ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ ೧೨೪

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ

ಶ್ರೀಮತಿ ಯಮುನಾಬಾಯಿ
ಡಾ|| ಎಂ. ಆರ್. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್



ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ-೧೨೪

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ

ಶ್ರೀಮತಿ ಯಮುನಾಬಾಯಿ, ಬಿ.ಎ.,

ಡಾ॥ ಎಂ.ಆರ್. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ.,



೧೯೭೬

ಮೊದಲನೆಯ ಮುದ್ರಣ : ೧೯೬೬
ಎರಡನೆಯ ಮುದ್ರಣ : ೧೯೭೬
೫,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು

ಬೆಲೆ : ೨೫ ಪೈಸೆ

ಪ್ರಕಾಶಕರು
ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೫೭೦೦೦೬

ಮುದ್ರಕರು
ಶಾಲಿಕ್ ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್, ಚಾಮುಂಡೇಶ್ವರಿ ರಸ್ತೆ, ಮೈಸೂರು

ಮುನ್ನುಡಿ

ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮೊದಲನೆಯ ಛಾನ್ಸಲರೂ ಆಳಿದ ಮಹಾಸ್ವಾಮಿಯವರೂ ಆದ ಶ್ರೀ ನಾಲ್ಮಡಿ ಕೃಷ್ಣರಾಜ ಒಡೆಯರ್ ಬಹದ್ದೂರ್ ಅವರು ಮೊದಲನೆಯ 'ಸೆನೆಟ್' ಸಭೆಯ ಪ್ರಾರಂಭೋತ್ಸವ ಸಮಯದಲ್ಲಿಯೂ ಮೊದಲನೆಯ 'ಕಾನ್ವೊಕೇಷನ್' ಸಮಾರಂಭದ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಿದ್ಯೆ ಪಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗದೆ ನಾಡಿನ ಮೂಲೆ ಮೂಲೆಗೂ ಪ್ರಸರಿಸಿ, ಉಚ್ಚಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅವಕಾಶಹೊಂದದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರ ಹೃದಯವನ್ನು ಬೆಳಗಿ ಸಮಷ್ಟಿಪ್ರಜ್ಞೆಯ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಮಹದಾಶಯವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದರು. ಅವರ ಆಶಯ ಇಂದು ಫಲದಾಯಕವಾಗುತ್ತಿದೆ. ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಸಾರಾಂಗ ನಾಡಿನ ಮೂಲೆ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿ, ಸಂಸ್ಕೃತಿ ಪ್ರಸಾರ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಬಹಳ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನೆರವೇರಿಸುತ್ತಿದೆ.

ಜನರು ಬಯಸಿದೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳು ಪಾಠಹೇಳಿ ಮಿಗಿಲಾದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಗಳಿಸಿರುವ ಘನ ವಿದ್ವಾಂಸರು ಜನರು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಸರಳವೂ ಸುಲಭಗ್ರಾಹ್ಯವೂ ಆದ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯ ಮೂಲಕ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಹಂಚುವುದರಲ್ಲೂ ಆನಂದವಿದೆ. ಅಧ್ಯಾಪಕವೃಂದದವರು ಹಳ್ಳಿಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದೆರಡು ದಿನ ನೆಲಸಿ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಂತೆಯೇ ಇದ್ದು

ಕೊಂಡು, ಗಳಿಸಿರುವ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಹೃದಯದಲ್ಲಿ ಬಿತ್ತಿ ತಾವೂ ಆನಂದವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಇತರರಿಗೂ ಆನಂದವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮೆಟ್ಟಿಲನ್ನು ಹತ್ತಲು ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದವರಿಗೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಿದ್ಯೆಯ ಸೌಲಭ್ಯ ವನ್ನು ನೀಡಲು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ; ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಗಳಿಸಿ ನಾಡಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಕಾರ್ಯರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿರುವ ಜನರಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ವಾಗುತ್ತವೆ; ನಮ್ಮ ಸಮಾಜದಲ್ಲಿನ ಭೇದಭಾವಗಳನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಿ ಸಮಾನತೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾಗು ತ್ತವೆ; ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ದೊಡ್ಡ ಅಂತರವನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ; ಜನರಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನೋದಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ, ದುಃಖಕ್ಕೆ ಮೂಲ ಕಾರಣವಾದ ಅಸಮಾನತೆಯನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಿ, ವಿಶಾಲ ಭಾವನೆ ಮೂಡುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ

ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಅವಕಾಶ ಸಿಕ್ಕದವರು ಈ ಹೊತ್ತಗೆಗಳನ್ನು ಕೊಂಡು, ಓದಿ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಪಡೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿದೆ. ಈ ಮಾಲೆಯ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿವೆ. ಪುಸ್ತಕಗಳು ಅಚ್ಚಿನ ಮನೆಯಿಂದ ಹೊರ ಬಿದ್ದ ಕೂಡಲೆ ಜನರು ಆದರದಿಂದ ಕೊಂಡು ಓದುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರಾಣಿವಿಜ್ಞಾನ, ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನ, ಗಣಿತವಿಜ್ಞಾನ, ಸಮಾಜ ವಿಜ್ಞಾನ, ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರ, ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ, ಸಾಹಿತ್ಯ ಮತ್ತು ಕಲೆ

ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ನೂರ ಮೂವತ್ತಮೂರು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ನನಗೆ ಬಹಳ ಸಂತೋಷವಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗ ಹೊರಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಶ್ರೀಮತಿ ಯಮುನಾಬಾಯಿ ಮತ್ತು ಶ್ರೀ ಎಂ. ಆರ್. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್ ಅವರ 'ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ' ಹೆಚ್ಚು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಲೆಂದು ನಾನು ಆಶಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಮೈಸೂರು
೯-೧೨-೧೯೬೪

ಕೆ. ಎಲ್. ಶ್ರೀಮಾಲಿ
ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸಲರ್.

ಅರಿಕೆ

ಈ ಕಿರುಹೊತ್ತಿಗೆ ಮೊದಲಬಾರಿ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಅದರಿಂದೀಚೆಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಎಷ್ಟೋ ವಿಷಯಗಳು ಹೊಸದಾಗಿ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಎರಡನೆಯ ಮುದ್ರಣಕ್ಕಾಗಿ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿಭಾಗವನ್ನೂ, ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿಭಾಗವನ್ನೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೇ ಹೊಸದಾಗಿ ಬರೆಯ ಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಕಳೆದ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟೀಕೃತವಾದ ದ್ಯುತಿ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ. C_4—ಆಮ್ಲಪಥ, ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಇದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಹೀಗೆ ಮೊದಲ ಮುದ್ರಣದ ಬಹುಭಾಗವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಹಾ ಯವಾದೀತು ಮತ್ತು ವಿಷಯ ಸ್ಫುಟವಾದೀತು ಎಂದು ಆಶಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರು ಮೊದಲ ಮುದ್ರಣದ ಪ್ರತಿ ಗಳೆಲ್ಲ ಖರ್ಚಾದುದರಿಂದ ಹೊಸ ಮುದ್ರಣವನ್ನು ತರಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದುದಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರತಿಗಳೆಲ್ಲ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಯಾದರೂ ಖರ್ಚಾಗಿವೆಯೆನ್ನುವುದು ತಿಳಿದು ನಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಸಂತೋಷಗಳಾದವು. ಇಂತಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಷಯಗಳೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮುಂದೆಯೂ ಜನತೆ ಹೀಗೇ ಎದುರುಗೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರಿಗೂ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ ನಿಲಯಕ್ಕೂ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ವಂದನೆಗಳು.

ಮೈಸೂರು
1974

ಯಮುನಾಬಾಯಿ
ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್.

ವಿಷಯ ಸೂಚಿಕೆ

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ
(Photosynthesis)

೧. ಪೀಠಿಕೆ

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನಾಗರೀಕತೆ ತಲೆಯೆತ್ತಿದಾಗಿನಿಂದಲೂ ಬಹುಶಃ ಎಲ್ಲ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದು ಬಾರಿಯಾದರೂ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ದೇವರೆಂದೆಣಿಸಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಈಗ ದೇವರ ಸ್ಥಾನ ಇಲ್ಲದಿರಬಹುದು: ಆದರೆ ಗೌರವವೇನೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನ ಮುನ್ನಡೆದು ಪ್ರಕೃತಿ ರಹಸ್ಯಗಳು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಬಯಲಾದ ಹಾಗೂ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಗಳು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಜೀವರಾಶಿಗೆ ಅವೆಷ್ಟು ಅವಶ್ಯ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತಾ ಇದೆ. ಒಂದೇ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕಾದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೇ ಜೀವಿಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಆಧಾರ. ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗವೆಲ್ಲಾ ಸಸ್ಯವರ್ಗವನ್ನು ಆಹಾರ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆಗೆ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ.

ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಭಾವ: ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಭಾವ ಮೂರು ವಿಧವಾಗಿದೆ: ಫೋಟೋ ಪೀರಿಯಾಡಿಸಂ (photo-periodism), ಫೋಟೋ ಟ್ರಾಪಿಸಂ (photo-tropism) ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ (photo-synthesis).

ಫೋಟೋ ಪೀರಿಯಾಡಿಸಂ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸ್ವಾರಸ್ಯದ ಸಂಗತಿ. ಸಸ್ಯದ ಸುತ್ತಲಿನ ಆವರಣಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿದಂತೆ ಅದರ

ಜೀವನ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯವರ್ಗದ ವಿಕಾಸ (plant ecology and plant evolution)ಗಳಿಗೂ ಇದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಹೂ ಬಿಡುವುದು, ಗೆಡ್ಡೆ ಗೆಣಸುಗಳು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುವುದು, ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲ ಸಸ್ಯದ ಮೇಲೆ ಹಗಲ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದು ಬಳಿಕ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಬಿಡವೆ ಕತ್ತಲಿರಬೇಕು. ಇರಬೇಕಾದಷ್ಟು ಕಾಲ ಬಿಡದೆ ಕತ್ತಲಿರುವುದರ ಬದಲು ಮಧ್ಯೆ ಮಧ್ಯೆ ಬೆಳಕು ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದರೆ ಹೂಬಿಡುವುದು, ಗೆಡ್ಡೆಗೆಣಸು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುವುದು, ಇವು ನಿಂತೇ ಹೋಗುವುವು. ಇದಕ್ಕೆ ಫೋಟೋಪೀರಿಯಾಡಿಸಂ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸಸ್ಯಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಬೆಳಕಿನ ಕಡೆಗೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಕಾಂಡದ ಒಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಮತ್ತೊಂದು ಭಾಗ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅದರ ಎದುರಿನ ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಬೆಳವಣಿಗೆ ತೀವ್ರವಾಗುವುದರಿಂದ ಗಿಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಡೆ ಬಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಫೋಟೋಟ್ರಾಪಿಸಂ.

ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಚರ್ಚಿಸಹೊರಟಿರುವುದು ಮೂರನೆಯದಾದ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣವನ್ನು. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಾದರೆ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿತ ಇಂಗಾಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ, ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಎನ್ನಬಹುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಲೇಬೇಕೆಂದೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಉತ್ಕರ್ಷಿಸಿದರೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರು ಉಂಟಾಗಿ ಜೊತೆಗೆ ಶಕ್ತಿಯೂ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. (ಈ ಶಕ್ತಿಯು ನಿರ್ಜೀವಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ರೂಪವಲ್ಲಿ, ಜೀವಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಶಾಖದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಉಪಯುಕ್ತ

ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ.) ಹೀಗಿದ್ದ ಮೇಲೆ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಮತ್ತು ನೀರಿನಿಂದ ಸಕ್ಕರೆ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಆ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಎಂದರೆ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ (respiration) ತಿರುಗುಮುರುಗಾಗಿ ನಡೆದಂತೆ ಎನ್ನಬಹುದಾದರೂ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇದು ಸರಿಯಲ್ಲ.

ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ : ಇನ್ನು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಎಷ್ಟೆಂದು ತಿಳಿಯೋಣ. ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೇ ಜೀವಿಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಆಧಾರ. ಸಸ್ಯವರ್ಗ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸುವುದರಿಂದಲೇ ಜೀವವರ್ಗ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನೆಲೆಯಾಗಿರುವುದು. ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸ್ಥಾಯಿಯಾದ ನಿರವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಾಗಿ ಸಮೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ದೊರಕುವ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೊಂದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದು ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ. (ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಮತ್ತು ಆಲ್ಗಗಳನ್ನೂ ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು).

ಜೀವವಿಕಾಸದಲ್ಲಿಯೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದೆ. ಜೀವ ಹುಟ್ಟಿದಾಗ ಅದರ ಆವರಣ ಈಗಿನಂತಿರಲಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಶೈಶವದಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದುದ್ದೆಲ್ಲಾ ಮೀಥೇನ್, ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡ್, ಅಮೋನಿಯ, ನೀರಿನ ಆವಿ, ಜಲಜನಕ ಇಂತಹ ಅಪಕರ್ಷಕ ಅನಿಲಗಳೇ. ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಸಿಡಿಲು ಮತ್ತು ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಯಿತು. ಇಂತಹ ಸಾವಯವ

ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಅದ ತಿಳಿಸಾರಿನಂತಹ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಜೀವ ಹುಟ್ಟಿತು. ಇದು ತನ್ನ ಪೋಷಣೆಗೆ ಸುತ್ತಲೂ ಇದ್ದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಆಗ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಡಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆ ಜೀವಿಗೆ ಅನೆರೋಬಿಕ್ ಹೆಟೆರೋಟ್ರಾಫ್ (anærobic heterotroph, ಆಮ್ಲಜನಕವಿಲ್ಲದೆ ಬದುಕುವ ಪರಪೋಷಿತ ಜೀವಿ) ಎನ್ನಬಹುದು. ಈ ಜೀವಿ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯಲು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಫರ್ಮೆಂಟೇಷನ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಸಹ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಅದುವರೆಗಿದ್ದ ಅಮೋನಿಯ, ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಮುಂತಾದ ಅನಿಲಗಳೊಡನೆ ಸೇರಿತು. ಜೀವಿಗಳು ಇದೇ ಜೀವನಕ್ರಮವನ್ನೇ ಮುಂದುವರೆಸಿದ್ದರೆ ಕೆಲವು ಕಾಲದನಂತರ ಆ ಅಪಕರ್ಷಿತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದ ಪೋಷಕ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಜೀವ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನಿಂದ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ನಡೆಯಲು ಮೊದಲಾಗಿ ಜೀವವನ್ನು ಈ ಸಂದಿಗ್ಧ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಉಳಿಸಿತು. ಅಂದಿನಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವವಿಕಾಸ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ವಾವಲಂಬನೆಯೆಡೆಗೆ ನಡೆದಿವೆ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬಿಡಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಸೇರಲು ಮೊದಲಾಗಿದ್ದೂ ಅಂದಿನಿಂದಲೇ ಆಹಾರದಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪಡೆಯಬಲ್ಲ, ಗಾಳಿ ಉಸಿರಾಡುವ ಜೀವಿಗಳು ಜನ್ಮತಾಳಲು ಇದರಿಂದ ಅನುಕೂಲವಾಯಿತು.

ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವ ಪ್ರಮಾಣ: ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕೆಳ ಕಂಡಂತೆ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $1{\cdot}25 \times 10^{21}$ ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 40 ರಷ್ಟು ಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ 5×10^{20} ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳಷ್ಟು. ಉಳಿದ ಶಕ್ತಿ ಚದುರಿ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುವುದಿಲ್ಲ. ತಲುಪಿದ್ದರಲ್ಲಿ 3×10^{17} ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಮೂಲಕ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ವರ್ಷ 5,50,000 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು (55,000 ಕೋಟಿ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು) 22,500 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು (2,250 ಕೋಟಿ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು) ಜಲಜನಕದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ 4,00,000 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನು (40,000 ಕೋಟಿ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು) ಆಮ್ಲಜನಕ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುದು ಇದರಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತವಾಗುವ ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥ 10^{11} ಟನ್ನುಗಳೆಂದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 90 ಭಾಗ ಸಾಗರಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಜಲ ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ; ನಮಗೆ ಅಗಾಧವೆಂದು ಕಾಣುವ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕಾಡು ಮರಗಳಿಂದಲ್ಲ. (ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 26 ಭಾಗ ಮಾತ್ರ ನೆಲ, ಉಳಿದುದೆಲ್ಲಾ ನೀರು).

ಹೀಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುವ ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಪ್ರಾಣಿ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಆಹಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಸಸ್ಯಗಳೇ ತಮ್ಮ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತಿತರ ಜೀವ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವಾಗ ಖರ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಧಿಕ ಭಾಗ

ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಕೊಳೆತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ (ಭೂಗರ್ಭದ ಚಟುವಟಿಕೆಗೊಳಗಾದಾಗ, ಅಥವಾ ಹವಾಮಾನ ವಿಪರೀತವಾಗಿದ್ದಾಗ) ಈ ಕೊಳೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ ನಿಂತು, ಈ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಬಂಡೆಯ ಅಥವಾ ಮೆಕ್ಕಲಿನ (silt) ಪದರಗಳ ಕೆಳಗೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ಕಾಲಾನುಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಪೀಟ್ ಅಥವಾ ಎಣ್ಣೆಯಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ.

"ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನಿಂದ ಸಕ್ಕರೆ" ಈ ಕ್ರಿಯೆ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ, ಜೀವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದೆ. "ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಜೀವ ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿ"—ಇದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ (photo-chemists) ಕುತೂಹಲಕರ ಸಂಗತಿ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಭಜನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಜೀವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕೆಲವು ವಿವರಗಳನ್ನು ಬಯಲಿಗೆಳೆದಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೂ ಇನ್ನೂ ಬಹುಭಾಗ ಅರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಕ್ಲೋರೊಫಿಲ್ ಅಥವಾ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ "ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತ ಅಂಶ" (active component) ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಭಾಗವಹಿಸದೆಯೇ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಬೇಕೆಂಬ ಯೋಜನೆ ಇನ್ನೂ ಕಟ್ಟುಕತೆ ಎನಿಸುವುದು.

೨. ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಇಂದು ನಮಗೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿರುವ ಜ್ಞಾನ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲ.

ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಕಾಲದಿಂದ ಕ್ರಿ ಶ. 18ನೇ ಶತಮಾನದವರೆಗೂ ಸಸ್ಯಗಳ ಪೋಷಣೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅವು ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಹೀರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಒದಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯಿತ್ತು. ಇದು ಸರಿಯೆ ಎಂದು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದವನು ಯಾನ್ ಫಾನ್ ಹೆಲ್ಮಾಂಟ್ (1648 ಕ್ರಿ.ಶ). ಈತನು ಒಂದು ಬಕೆಟ್ಟು ತುಂಬ ಮಣ್ಣು ತುಂಬಿ ಅದನ್ನು ತೂಕ ಮಾಡಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಿಡವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿದನು. ಗಿಡ ಕೆಲವು ಕಾಲ ಬೆಳೆದ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ತೂಗಿದಾಗ ಗಿಡದ ತೂಕ 164 ಪೌಂಡುಗಳಾಗಿರುವುದೂ ಬಕೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿಯ ಮಣ್ಣಿನ ತೂಕ ಕೇವಲ 1½ ಔನ್ಸಿನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದೂ ಕಂಡು ಬಂದಿತು! ಗಿಡದ ಪೋಷಣೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅದಕ್ಕೆ ಹಾಕುವ ನೀರಿನಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ಫಾನ್ ಹೆಲ್‌ಮಾಂಟ್ ಇದಕ್ಕೆ ವಿವರಣೆ ಕೊಟ್ಟನು. ಅನಂತರ ಸ್ಟೀಫನ್‌ಹೇಲ್ಸ್ (ಕ್ರಿ.ಶ. 1727) ಗಾಳಿಯಿಂದ ಸಹ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಆಹಾರ ಒದಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕೂ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅನಿಲಗಳು ಯಾವ್ಯಾವುವೆಂದು ಗುರುತಿಸುವಷ್ಟು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಜ್ಞಾನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುವ ವರೆಗೆ ಈ ವಿಷಯವಾಗಿ ಏನೂ ಮುನ್ನಡೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಹಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಅಧ್ಯಯನದ

ಮೊದಲ ಅಧ್ಯಾಯ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಯಿಂದ ಆರಂಭವಾಯಿತೆನ್ನುವುದು ಸಹಜವಾಗಿ ತೋರುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿ ಶ 1776ರಲ್ಲಿ ಈತನು ಹೀಗೆ ಬರೆದನು.

"ಮೇಣದ ಬತ್ತಿ ಉರಿಸಿದುದರಿಂದ ಕೆಟ್ಟಿರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶುದ್ಧಿಪಡಿಸುವ ವಿಧಾನವೊಂದು ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ನನಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿತೆಂದೂ ಇದೇ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಪ್ರಕೃತಿ ಉಪಯೋಗಿ ಸುವ ಶುದ್ಧಿಕಾರಕ ಸಾಮಗ್ರಿಯೊಂದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದೆನೆಂದೂ ತಿಳಿಸಲು ನನಗೆ ತುಂಬಾ ಸಂತೋಷವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಸಸ್ಯ ವರ್ಗ. ಪ್ರಾಣಿ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆಯೇ ಸಸ್ಯವರ್ಗಕ್ಕೂ ಗಾಳಿ ಅವಶ್ಯಕವಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳೆರಡೂ ಗಾಳಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದೇ ವಿಧವಾದ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುವು ಎಂದು ಎಲ್ಲರೂ ಊಹಿಸಬಹುದು. ಅದೇ ಅಭಿಪ್ರಾಯದಿಂದಲೇ ನಾನು ನೀರು ತುಂಬಿದ ತೊಟ್ಟಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಬೋರಲಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಮಿಂಟ್* ಸಸ್ಯದ ಕೊನೆ ಯೊಂದನ್ನು ಇಟ್ಟೆ. ಅದು ಅಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಲವು ಕಾಲ ಬೆಳೆಯಿತು. ಆಮೇಲೆ ಸಹ ಅದರೊಳಗಿನ ಗಾಳಿ ಉರಿಯುತ್ತಿರುವ ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯನ್ನು ಆರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಅದರೊಳಗೆ ನಾನು ಇಟ್ಟ ಇಲಿಗೂ ಯಾವ ತೊಂದರೆಯೂ ಆಗಲಿಲ್ಲ".

ಹೀಗೆ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ—ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ಮಹತ್ವ ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋಗವೊಂದನ್ನು ವರ್ಣಿಸಿದನು. ಸಸ್ಯಗಳು ಜಿಡಿ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುದು ಹೀಗೆ.

ಇದೇ ಸಂಗತಿಯ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. 1779

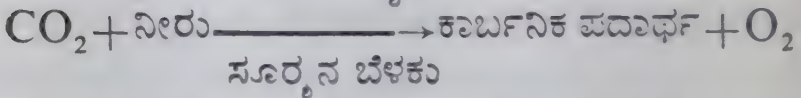
---

* ಪುದೀನಾದಂತಹ ಸಸ್ಯ.

ರಲ್ಲಿ ಮೇರಿಯತೆರೇಸಳ ಡಚ್ ವೈದ್ಯ ಯಾನ್ ಇಂಗೆನ್ ಹೌಸ್ (Jan Ingenhousz) ಗಮನಿಸಿದನು. ಡಾ॥ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿರುವಂತೆ ಗಿಡಗಳು ಕೆಟ್ಟ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಆದರಿಂದ ಹತ್ತು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧಿಪಡಿಸಬಲ್ಲುವೆಂಬುದು ನಿಜವಾದರೂ ಈ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಅವುಗಳಿಗೆ ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಗಂಟೆಗಳೇ ಸಾಕು. ಈ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಕಾರ್ಯ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಫಲವಲ್ಲ: ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದರ ಫಲ. ನಾನು ಗಮನಿಸಿರುವಂತೆ ಈ ಕಾರ್ಯದ ವೇಗ ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ದಿನ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿದ್ದರೆ ಇದರ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚು; ಹವಾ ಮಂಕಾಗಿದ್ದರೆ ಕಡಿಮೆ. ಹಗಲು ಕಳೆಯುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಇದರ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗುತ್ತಲೂ ನಿಂತೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯದ ಹಸುರೆಲೆಗಳು, ಹಸುರು ಬಣ್ಣದ ತೊಟ್ಟುಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಉಳಿದ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಈ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ" ಇದು ಇಂಗೆನ್‌ಹೌಸ್ ಕ್ರಿ.ಶ. 1779 ರಲ್ಲಿ ಮುಂದಿಟ್ಟ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಹೀಗೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಹಸುರು ಬಣ್ಣ ಎರಡೂ ಆವಶ್ಯಕವೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು.

ಕ್ರಿ. ಶ. 1782 ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವನ್ನು ಜಾನ್ ಸೆನೆಬಿಯೆ ತಿಳಿಸಿದನು. ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಯಾವಾಗಲೂ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ ಕತ್ತಲಾದಾಗ ಹೊರ ಬರುವ ಕೆಟ್ಟ ಗಾಳಿ (noxious air) ಅಥವಾ ಬಂಧಿತ ಗಾಳಿ—(ಇದು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್)—ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದೆಂದು ಈತನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. 3000 ಭಾಗ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ಭಾಗ

ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗಾಳಿಯಿಂದ ತೆಗೆದುಬಿಟ್ಟರೆ ಸಾಕು, ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪಾದನೆ ನಿಂತೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. 1796 ರಲ್ಲಿ ಇಂಗೆನ್‌ಹೌಸ್ "ಸಸ್ಯಗಳು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಹೊರಬಿಡುತ್ತವೆ" ಎಂದು ವಿವರಿಸಿದನು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆದ ಮೇಲೆ ಸಸ್ಯಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಸಸ್ಯಗಳು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡ ಭಾಗಗಳ ಮತ್ತು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಿದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ತೂಕಗಳ ಮೊತ್ತ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರುವುದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿತು. 1804 ರಲ್ಲಿ ಈ ಅಂಶವನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟು ಗಿಡಗಳು ನೀರಿನಿಂದಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದೇ ಈ ತೂಕದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಇರಬಹುದೆಂದು ದೆಸೊಸೂರ್ (Desaussure) ಸೂಚಿಸಿದನು.



$$CO_2 + \text{ನೀರು} \xrightarrow[\text{ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು}]{\text{ಹಸುರು ಸಸ್ಯಗಳು}} \text{ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥ} + O_2$$

ಹೀಗೆ ಕ್ರಿ. ಶ. 1800 ನೇ ಸುಮಾರಿಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ರಸಾಯನ ಸ್ವರೂಪ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತವಾದ ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥ ಯಾವುದೆಂದು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. 1850 ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಸ್ಯಶರೀರ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು (Plant physiologists) ಇದನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಿದರು. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಮತ್ತು ಹೊರಬೀಳುವ ಆಮ್ಲಜನಕ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳು, ಬೆಳಕು

ಬಿದ್ದ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಿಷ್ಟ ಶರ್ಕರಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಇವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಪದಾರ್ಥ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ವಿಧದ ಕಾರ್ಬೊಹೈಡ್ರೇಟ್* ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ ಹೀಗೆ ನಿರ್ಧಾರವಾಯಿತು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ರಸಾಯನಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಹಿಡಿದಿಡುವ ಕಾರ್ಯ ಅದೆಷ್ಟು ಮುಖ್ಯ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಿದವನು ರಾಬರ್ಟ್ ಫಾನ್ ಮೇಯರ್ (1845).

"ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಧಾರಾವಾಹಿಯಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಿಡಿದು ಅತಿ ಚಂಚಲವಾದ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಜಡ ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಬಂಧಿಸಿಡುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಕೃತಿಮಾತೆ ವಹಿಸಿಕೊಂಡಳು. ಜೀವಿಸಿರುವವರೆಗೂ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಮತೂಕವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿಡುವ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಆಕೆ ನೇಮಿಸಿದಳು.

"ಸಸ್ಯಗಳೇ ಈ ಜೀವಿಗಳು. ಸಸ್ಯವರ್ಗವೆಂದರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಉಗ್ರಾಣ. ಚಂಚಲವಾದ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲೋಸುಗ ಚತುರತೆಯಿಂದ ಬಂಧಿತವಾಗಿ ಶೇಖರ

---

* ಕಾರ್ಬೊಹೈಡ್ರೇಟುಗಳೆಂದರೆ ಇಂಗಾಲ, ಜಲಜನಕ, ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಜಲಜನಕಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅವು ಸೇರುವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಸಕ್ಕರೆಗಳು, ಪಿಷ್ಟಗಳು ಮತ್ತು ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಈ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುವು.

ವಾಗುತ್ತವೆ. ಮಾನವರ ಇರುವಿಕೆಯೇ ದೈವಾಯತ್ತವಾದ ಈ ಮುಂಜಾಗ್ರತೆಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿವೆ.''

ಫಾನ್ ಮೇಯರ್‌ನ ಮಾತುಗಳಿವು.

ಹೀಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಆಹಾರಕ್ಕಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಶಕ್ತಿಗೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣವೇ ಮೂಲವೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಆಧುನಿಕ ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಯಂತ್ರ ಶಕ್ತಿ. ಉಳಿದ ಹಾಗೆ ದಿನ ಬಳಕೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಶಾಖ, ಬೆಳಕು ಇವುಗಳಿಗೋಸ್ಕರ ಉರಿಸುವ ಇದ್ದಿಲು, ಸೌದೆ, ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಪೆಟ್ರೋಲ್. ಎಣ್ಣೆ ಇವೆಲ್ಲಾ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಿಂದಲೇ ಬಂದ ಪದಾರ್ಥಗಳು. ಜಲಶಕ್ತಿ (water power). ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ (nuclear power) ಮತ್ತು ವಾಯುಶಕ್ತಿ (wind power) ಗಳ ಮತ್ತು ಭೂಗರ್ಭದಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣದ ಶಕ್ತಿಯ ಹೊರತು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಗೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣವೇ ಆಧಾರ.

ನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದ್ದುವು.

(೧) ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹಸುರು ಸಸ್ಯಗಳು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಹೊರಬಿಡುತ್ತವೆ.

(೨) ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನೀರೂ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ.

(೩) ಇದರಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತವಾಗುವುದು ಒಂದು ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್.

(೪) ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು ಇದರ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳಲ್ಲೊಂದು.

ಹೀಗೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸ್ಥೂಲ ಸ್ವರೂಪ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಮುಂದೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಸುವ ಅಂಗಾಂಶಗಳು ಮತ್ತು

ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೂ ಕುರಿತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೂ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ ನೇರವಾಗಿ ಕುರಿತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಧ್ಯಯನಗಳೂ ನಡೆದುವು.

1864ರಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಅಂಗಾಂಶಗಳ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಮೊದಲ ವರದಿ ಲಂಡನ್ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯಿಂದ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಿ. ಜಿ ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರವರು (C. G. Stokes) ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ α ಮತ್ತು β- ಕ್ಯಾರೋಟೀನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ಸಾಂತೋಫಿಲ್ ಗಳಿರುತ್ತವೆಯೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಅಂದಿನ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ನೆನೆಸಿಕೊಂಡರೆ ಇದು ಗಮನಾರ್ಹ ಸಾಧನೆ. ಇವರು ಕಂದು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಫ್ಯೂಕೊಕ್ಸಾಂಥಿನ್ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಫೈಕೊಎರಿಥ್ರಿನ್ ಇರುತ್ತವೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿಸಿದ್ದಲ್ಲದೆ ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ c ಇರುತ್ತದೆಯೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನೂ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಈ ಕೊನೆಯ ಸಂಗತಿ ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಧರ ವಾಗಿದ್ದು 1942 ರಲ್ಲಿ! ಈ ಅಂಶಗಳಿಗೆ 1873 ರಲ್ಲಿ ಎಚ್.ಸಿ. ಸಾರ್ಬಿ (H. C. Sorby) ಯವರ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಬೆಂಬಲ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲನ್ನು ಕುರಿತು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್‌ರವರಿಂದ ಮೊದಲಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಮುಂದುವರಿದು ಈ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿಲ್ ಸ್ಟಾಟರ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೋಲ್‌ರವರ (Willstatter and Stoll) ಕಾರ್ಯದ ಫಲವಾಗಿ 1913 ರಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನ "ಸರಳ ಅಣು ಸಂಕೇತ" (Empirical formula) ತಿಳಿದುಬಂದಿತು.

ಇನ್ನು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು, ಪಿಷ್ಟ, ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗುರ್ತು ಹಚ್ಚಿದ್ದು ಫಾನ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್

(Von Sacks) (1862). ಒಂದೇ ಎಲೆಯಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ಭಾಗವನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಬೀಳದಂತೆ ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟು ಬಳಿಕ ಎಲೆಯನ್ನು ಪಿಷ್ಟಕ್ಕಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತೆರೆದಿಟ್ಟ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪಿಷ್ಟ ಇರುತ್ತದೆಯೆಂಬ ಪ್ರಯೋಗ ವನ್ನು ನಿಯೋಜಿಸಿದವನು ಇವನೇ.

1883 ರಲ್ಲಿ ಆರ್ಥರ್ ಮೇಯರ್ (Arthur Meyer) ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳ ಉಪಾಂಗಗಳಾದ ಗ್ರಾನಾಗಳನ್ನು ವರ್ಣ ಸಿದ್ದು ಅವನ ಅದ್ಭುತ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕೌಶಲವನ್ನು ತೋರಿಸು ತ್ತದೆ. ಎಷ್ಟೋ ವರ್ಷಗಳು ಅವನು ಕಂಡ ಗ್ರಾನಾಗಳು ಎಲೆಗಳ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿರತಕ್ಕವುಗಳಲ್ಲ, ಪ್ರಯೋಗ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಉದ್ಭವವಾಗಿರುವಂತಹುವು ಎಂಬ ಭಾವನೆಯಿತ್ತು. 1930 ರಲ್ಲಿ ಹೈಟ್ಸ್ (Heitz) ರವರ ಕಾರ್ಯ ಈ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಿತು. ಈಗಲಂತೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರನ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪಿನಲ್ಲಿ ಗ್ರಾನಾಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು.

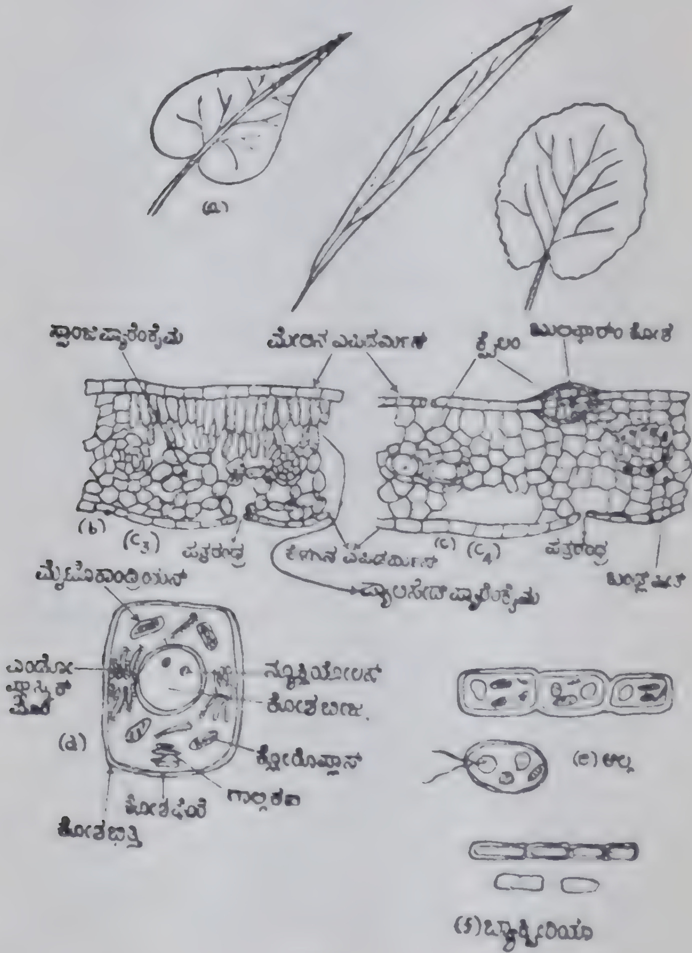
ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ವಿಷಯದ ಸಂಶೋಧನೆ ಬೇಗ ಬೇಗ ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತಿದೆ. ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಪಟುತ್ವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ, ತಾಪ —ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಮೇಲೆ ಇವುಗಳೆಲ್ಲ ಬೀರುವ ಪ್ರಭಾವ ನಿರ್ಧರಿತವಾಗಿದ್ದು ಈಗಲೇ.

ಅಣು ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಚಿಂತನೆ ಮತ್ತು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ನಡೆದಿರುವುದು ಈ ಶತಮಾನ ದಲ್ಲಿಯೇ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅಪವಾದವೆಂದರೆ 1870 ರಲ್ಲಿ

ಬೇಯರ್ (Baeyer) ಮಾಡಿಸಿದ ಫಾರ್ಮೆಲ್ಡಿಹೈಡ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಇದಕ್ಕೆ 1930 ರಿಂದೀಚೆಗೂ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳು ಮನ್ನಣೆಯಿತ್ತು. ಈಗ ಇದನ್ನು ಯಾರೂ ಒಪ್ಪುವುದಿಲ್ಲ.

೩. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸುವ ಅಂಗಗಳು

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸುವ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಮತ್ತು ಹಸುರೆಲೆಯ ರಚನೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 1 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೧

(a) ಹಸುರೆಲೆ (b) C_3-ಎಲೆಯ ಅಡ್ಡ ಸೀಳಿಕೆ. (c) C_4-ಎಲೆಯ ಅಡ್ಡ ಸೀಳಿಕೆ. (d) ಎಲೆಯ ಜೀವಕೋಶ (e) ಅಲ್ಗೆ ಕೋಶ (f) ಹಸಿರು ಅಥವಾ ಊದಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ.

ಹಸುರೆಲೆಯ ರಚನೆ: ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಎಲೆಗಳನ್ನು C_3–ಎಲೆಗಳು ಮತ್ತು C_4–ಎಲೆಗಳೆಂದು ಎರಡು ಗುಂಪಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಸರ್ವೇ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ಎಲೆಗಳು C_3–ಎಲೆಗಳು. ಕಬ್ಬು, ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳ ಮತ್ತು ಜೋಳ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಎಲೆಗಳು C_4–ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಈ ಎರಡು ಗುಂಪಲ್ಲದೆ ಕ್ರಾಸುಲೇಸಿಯ ಜಾತಿಯ ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳು ಇನ್ನೊಂದು ಗುಂಪೆಂದು ಕೆಲವರು ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತಾರೆ.

C_3 ಮತ್ತು C_4 ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ನಾಳಗಳ ಸುತ್ತಲಿನ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿದೆ. C_4 ಎಲೆಗಳ ನಾಳಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಕ್ಲೋರೆಂಕೈಮಕೋಶಗಳು ಚಕ್ರದ ಆರೆಗಳಂತೆ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡ್‌ಗಳೂ ಪಿಷ್ಟದ ಕಣಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅದೇ C_3 ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮ-ನಾಳಾವರಣ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಕ್ಲೋರೆಂಕೈಮಕೋಶಗಳು ನಾಳಗಳ ನಡುವೆ ಅಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾಲಿಸೇಡ್ ಪದರ ಮತ್ತು ಸ್ಪಾಂಜಿ ಪದರಗಳನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು (ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮ ಕೋಶಗಳು ಎಂದರೆ ಸಸ್ಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕೋಶಗಳು. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇರುವ ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮಕೋಶಗಳನ್ನು ಕ್ಲೋರೆಂಕೈಮ ಕೋಶಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ).

ಕ್ರಾಸುಲೇಸಿಯನ್ ಗುಂಪಿನ ಗಿಡಗಳ ಎಲೆಗಳ ರಚನೆ

ಇನ್ನೆರಡೂ ರೀತಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮೀಸೊಫಿಲ್ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಕ್ಯುವೋಲ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸ್ಪಂಜಿನ ತರಹ ರಚನೆ ಇರುತ್ತದೆ.

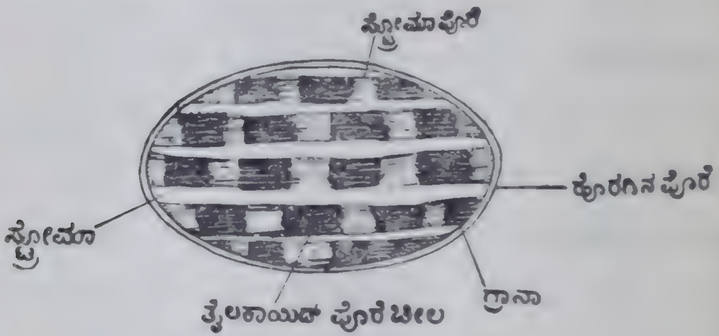
ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಪತ್ರರಂಧ್ರಗಳ ಅಗಲ ತತ್ಕಾಲದ ತಾಪ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಆವಿಯ ಪ್ರಮಾಣ ಇವುಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ದೊಡ್ಡದು ಚಿಕ್ಕದು ಆಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಮುಖಾಂತರವೇ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಎಲೆಯ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವ ಸ್ಥಳಗಳನ್ನು ಸೇರುವುದು. ಎಲೆಯ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಾಯುಪ್ರದೇಶಗಳಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅನಿಲಗಳ ಅದಲು ಬದಲಿಗೆ ಈ ವಾಯುಪ್ರದೇಶಗಳು ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಎಲೆಗಳ ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಜೆಲ್ಲಿಯನ್ನು ಸವರಿದರೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಒಳಗೆ ಹೋಗುವುದು ನಿಂತು ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ನಡೆಸುವ ಕೋಶಗಳ ರಚನೆ: ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜೀವಿಗಳ ಕೋಶಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಆಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದಂತೆ ಸಾಮ್ಯಗಳೂ ಇವೆ. ಸಸ್ಯಗಳ ಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಶ ಬೀಜ, ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯ, ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟು ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಮತ್ತು ನೀಲಿ-ಹಸುರು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳ ಕೋಶ ರಚನೆ ಬೇರೆ ವಿಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಅಂಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇರುವ ಕಣಗಳು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಖ್ಯವಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ ವರ್ಣಿಸಿದೆ.

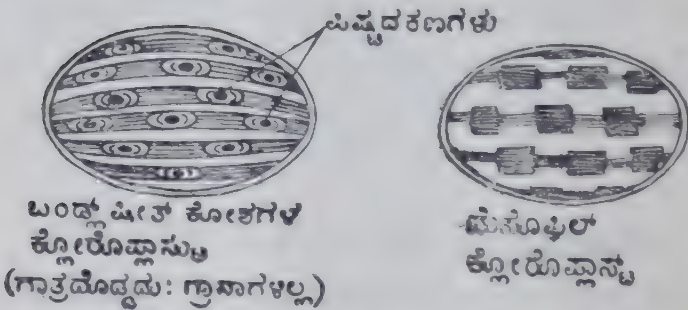
ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇರುವ ಕಣಗಳು: ಹಸುರೆಲೆಗಳ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಬಲ್ಲ, ಪೊರೆಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಅನೇಕ ಕಣಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಸ 3 ರಿಂದ 10×0.25 ರಿಂದ $2\mu m$ (ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ $= 10^{-3}$ ಮಿಲಿ ಮೀ. $= 10^{-6}$ ಮೀಟರ್). ಇವುಗಳ ಆಕೃತಿ ಮತ್ತು ಸಂಖ್ಯೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಜೀವ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನೂರು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳಿದ್ದರೆ ಬೇರೆ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಉದಾ— ಕ್ಲೋರೆಲ್ಲಾ ಎಂಬ ಆಲ್ಗ, ಕೇವಲ ಒಂದೋ ಅಥವಾ ಎರಡೋ ಇರಬಹುದು. ನೀಲಿ-ಹಸುರು ಬಣ್ಣದ ಆಲ್ಗ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ: 0.3-$0.5\mu m$ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಬಹು ಸಣ್ಣ ಕ್ರೋಮಾಟೋಫೋರ್ ಕಣಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಶದ ಪೊರೆಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿ ರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಣಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಮತ್ತಿತರ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿಯೇ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆ ಯುತ್ತದೆ.

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳ ರಚನೆ: ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟು ಗಳಲ್ಲಿ ಹತ್ತರಿಂದ ನೂರರವರೆಗೆ ಗ್ರಾನಾಗಳೆಂಬ ಸಿಲಿಂಡರಾಕೃತಿ ಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು (ತೈಲಾಕಾಯಿಡ್ Thylakoid) ಒಂದರಮೇಲೊಂದನ್ನು ಪೇರಿಸಿದರೆ ಈ ಆಕೃತಿಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಇವು ಸ್ಟ್ರೋಮಾಮಾಧ್ಯ ಮದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಗ್ರಾನಾಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ

ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಗ್ರಾನಾಗಳಿಂದ ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ. $10 \times 15 \times 19 nm$ ಅಳತೆಯ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನ ಕೆಲವು ಪ್ರೋಟೀನು ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಇವುಗಳೂ ಕೂಡ ಗ್ರಾನಾಗಳಂತೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಕ್ವಾಂಟೋ ಸೋಮುಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.



C_3- ಕ್ಲೋರೊಪ್ಲಾಸ್ಟಿನ ರಚನೆ



ಚಿತ್ರ ೨

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್ ರಚನೆ

ಒಣಗಿದ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 40–50% ಪ್ರೋಟೀನು, 35–40% ಜಿಡ್ಡಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಭಾಗ, 5–10%

ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು, 0.5–3% ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆವ್ಲಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಜಿಡ್ಡಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ 23% ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ a ಮತ್ತು b, 5% ಕೆರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು 5% ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಕ್ವಿನೋನು, 11% ಫಾಸ್ಫೊಲಿಪಿಡ್‌ಗಳು, 15% ಡೈಗ್ಯಾಲ್ಯಾಕ್ಟೊಸೈಡ್ ಡೈಗ್ಲಿಸರೈಡ್, 36% ಮಾನೊಗ್ಯಾಲ್ಯಾಕ್ಟೊಸಿಲ್ ಡೈಗ್ಲಿಸರೈಡ್ ಮತ್ತು 5% ಸಲ್ಫೊಲಿಪಿಡ್ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ಣಪದಾರ್ಥಗಳು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವುಳ್ಳವಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ವರ್ಣ ಪದಾರ್ಥಗಳು : ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವ ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧದ ವರ್ಣಪದಾರ್ಥಗಳಿರುತ್ತವೆ :

(1) ಟೆಟ್ರಾಪೈರೋಲ್‌ಗಳು

(2) ಕೆರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು

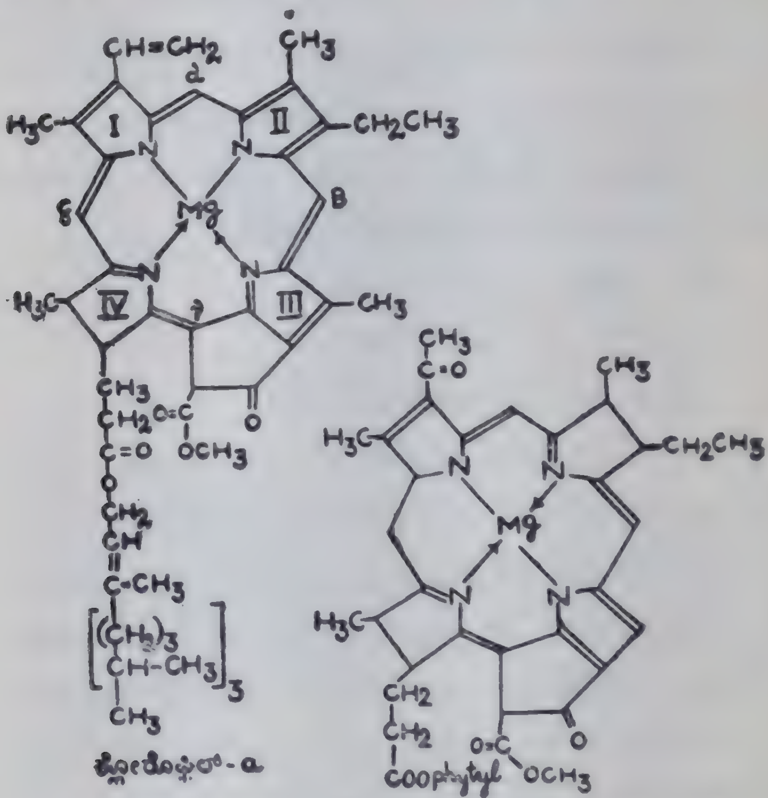
(3) ಇತರ ವರ್ಣಪದಾರ್ಥಗಳು

ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ಗಳು, ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಮುಗಳು ಮೊದಲ ಗುಂಪಿಗೂ, β ಕ್ಯಾರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಕ್ಸಾಂಥೊಫಿಲ್ ಎರಡನೆಯದಕ್ಕೂ, ಕ್ವಿನೋನುಗಳು, ತಾಮ್ರವುಳ್ಳ ಪ್ರೋಟೀನಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟೊಸಯನಿನ್ ಇವು ಮೂರನೆಯ ಗುಂಪಿಗೂ ಸೇರಿದುವು. ಈ ಬಣ್ಣದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಅಥವಾ ಊದಾ–ಬಣ್ಣದ ಆ್ಯಂಥೊಸಯನಿನ್‌ಗಳೊಡನೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅಂತಹ ಸಸ್ಯಾಂಗಗಳ ಬಣ್ಣ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನ ಬಣ್ಣ ಉಳಿದ ವರ್ಣಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಿ ಹೋಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನೊಡನೆ

ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ವಿಲ್‌ಸ್ಟ್ಯಾಟರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ತುಂಬಾ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

(1) ಟೆಟ್ರಾಪೈರೋಲ್‌ಗಳು

(a) ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್—ಇದು ಎಲ್ಲಾ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದೇ ರಚನೆ



ಚಿತ್ರ ೩

ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ಗಳು

(ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ b ಯಲ್ಲಿ *-CH_3 ಬದಲು *-CHO)

ಯಂಳ್ಳ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ a, b, c, d, e ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂಗಳ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋ ವಿರಿಡಿನ್ ಎಂಬ ಏಳು ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಈ ಶಿರೋನಾಮೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ c, d, e ಗಳ ರಸಾಯನ ರಚನೆ ಅಷ್ಟು ಸರಿಯಾಗಿ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಜೀವಿಗಳ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೋಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–a ಆಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲುಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದು ಅಣುವಿಗೆ ಒಂದು ಮೆಗ್ನೀಷಿಯಂ ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತದೆ. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–a ಯ ರಚನೆಯನ್ನು ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. (ಚಿತ್ರ ೩)

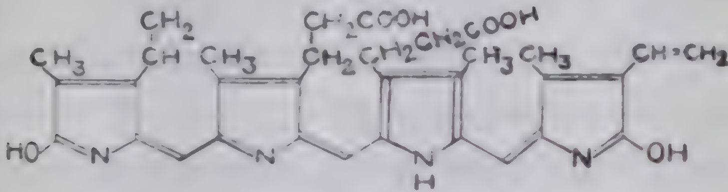
ಹಸಿ ಹಸುರೆಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 0.05 ರಿಂದ 0.2 ತೂಕದಷ್ಟು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ a : b ಪ್ರಮಾಣ 2·3 : 1. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕಗಳಲ್ಲೂ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–a ಇರುತ್ತದೆ. ಕಂದು, ಕೆಂಪು, ನೀಲಿ, ಹಸುರು ಆಲ್ಗಗಳು ಮತ್ತು ಡಯಾಟಂಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–b ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಸಮುದ್ರದ ಆಲ್ಗಗಳು, ಕಂದು ಆಲ್ಗಗಳು ಮತ್ತು ಸಿಹಿ ನೀರಿನ ಡಯಾಟಂಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–c, ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್–d ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ರಸಾಯನ ರಚನೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಲ್ಲ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಥವಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋ ವಿರಿಡಿನ್ ಇರುತ್ತದೆ.

ಈ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳೆಲ್ಲ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ಊದಾ–ನೀಲಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆ; ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿ

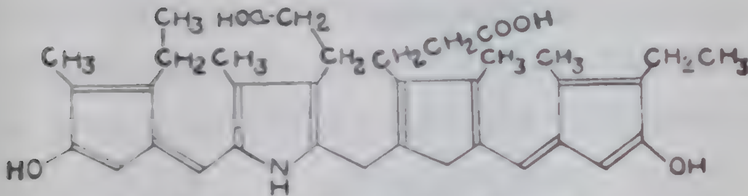
ಕಾಣುತ್ತವೆ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಈ ರಶ್ಮಿಗಳಿಂದಲೇ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನಡೆಯುವುದು. ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಪ್ಲೇಟನ್ನು ತಯಾರಿಸು ವಾಗ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲನ್ನು ಸೆನ್ಸಿಟೈಸರ್ ಆಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸ ಬಹುದೆಂದು 1874 ರಲ್ಲೇ ಬೆಕ್ವೆರೆಲ್ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದನು. ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲು ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಹೀರಿ ಅದನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಕೊಟ್ಟು ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ವರ್ಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಚಟುವಟಿಕೆಯುಳ್ಳ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿ ವೇಗ ವರ್ಧಕಗಳು (photo-catalyst) ಎನ್ನಬಹುದು. ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕೆ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದಾದರೂ ಬೇರೆ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗ ಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗ ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಹೀರಿದ ಬೆಳಕು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಹೀರಿದ ಬೆಳಕಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಫಲದಾಯಕವೆಂಬಂತೆ ತೋರು ತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಸಮುದ್ರದ ಆಲ್ಗಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

(b) **ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳು :** ನಾಲ್ಕು ಪೈರೋಲ್ ಉಂಗುರಗಳು ಉದ್ದವಾಗಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುವ ಲೋಹವಿಲ್ಲ ದಿರುವ ರಚನೆಯ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ಇವು ಗ್ಲಾಬ್ಯುಲಿನ್‌ನಂತಹ ಪ್ರೋಟೀನಿನೊಡನೆ ಸಂಯುಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಫೈಕೊಎರಿಥ್ರಿನ್ ($\lambda max = 565\ n\ m$) ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಹಸುರು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಫೈಕೊಸಯನಿನ್ ($\lambda max = 625\ n\ m$) ಇರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನು ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು.

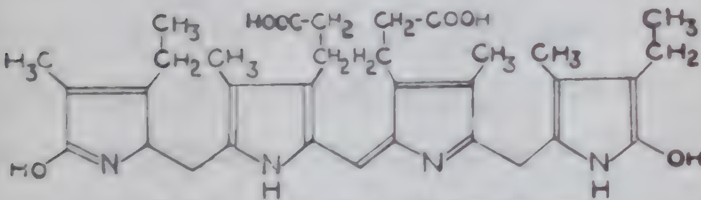
ಫೈಕೊಬಿಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ($\lambda_{max}=500-650$) ಅಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಫೈಕೊಬಿಲಿಸೋಮು ಗಳೆಂಬ ಅಂಗಾಂಶಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವು ಕೆಂಪು ಅಲ್ಗಗಳ



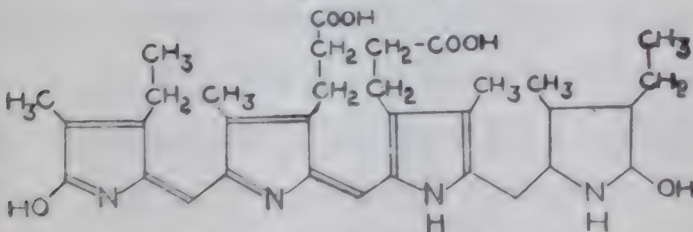
ಬಿಲಿವರ್ಡಿನ್



ಮೆಸೊಬಿಲಿರೂಬಿನ್ (ಹತ್ತಿಳೆ ಬಣ್ಣ)



ಮೆಸೊಬಿಲಿವೈಯೋಲಿನ್ (ನೇರಳೆಊದಾ)



ಮೆಸೊಬಿಲಿಎರಿಥ್ರಿನ್ (ಕೆಂಪು)

ಚಿತ್ರ ೪

ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳು

ತೈಲಕಾಯಿಡ್‌ಗಳ ಮೇಲೂ ನೀಲಿ–ಹಸುರು ಬಣ್ಣದ ಆಲ್ಗಗಳ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಪೊರೆಗಳ ಮೇಲೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಫೈಕೊಎರಿಥ್ರಿನ್ ಹಳದಿ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಫೈಕೊಸಯನಿನ್ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕನ್ನೂ ಹೀರುತ್ತವೆ. ಈ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿ ಆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

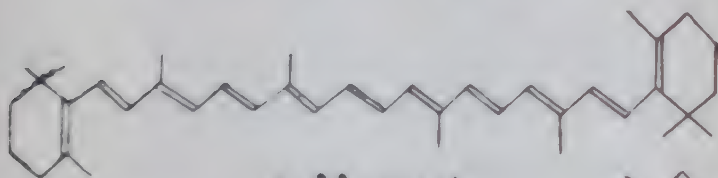
ಈ ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳಿಗೂ ಪಿತ್ತರಸದಲ್ಲಿರುವ ವರ್ಣಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

(c) **ಸೈಟೋಕ್ರೋಮುಗಳು** (ಕೋಶವರ್ಣಗಳು): ಹೆಮಾಟೋಪಾರ್‌ಫೈರಿನ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಉಳ್ಳ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಹಸುರೆಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧದ ಟೆಟ್ರಾಪೈರೋಲ್ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಗ್ನೀಷಿಯಂ ಇದ್ದಂತೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತದೆ. ಇವು ರಕ್ತದ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಮೊದಲು ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ. ಆಗ ಇವುಗಳಿಗೆ ಕೋಶ ವರ್ಣಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟರು. ಪ್ರತಿ ಜೀವಿಗೂ ಉಸಿರಾಡುವ ಕ್ರಿಯೆಗಾಗಿ ಈ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಬೇಕೇ ಬೇಕು: ಜೀವ ಕಣಗಳಲ್ಲಿಯ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಬೆಳಕು ಹೀರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಆಧಾರವನ್ನಾಗಿ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು ಇವುಗಳನ್ನು ಸೈಟೋಕ್ರೋಮ್ a, b, c, ಇತ್ಯಾದಿಯಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಸೈಟೋಕ್ರೋಮ್ 'b' ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಉತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಬಲ್ಲುದು. (ಚಿತ್ರ ೫)

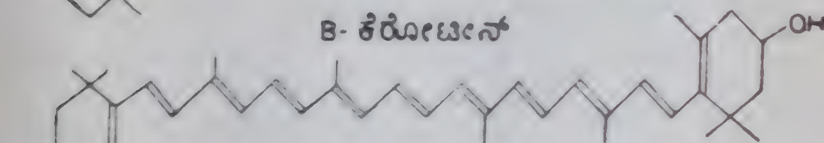
ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ b_6 (ಸೈಟೋ

ಕ್ರೋಂ *b* 564 ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ *b* 559) ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ *f* (ಸೈಟೊಕ್ರೋಂ 552) ಎಂಬ ಸೈಟೋಕ್ರೋಮುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಇತರ ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಪಾಲಕ್ ಎಲೆಯ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 160 ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ b_6 ಮತ್ತು *f* ಇರುತ್ತವೆ.

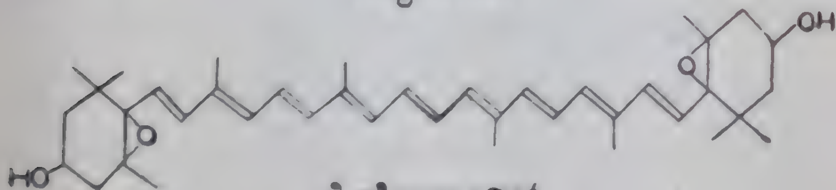
(2) **ಕ್ಯೆರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು :** ಕ್ಯಾರಟ್ (ಗೆಜ್ಜರಿ)ಗಳ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಬೇಟ ಕ್ಯಾರೋಟೀನ್ ಮುಖ್ಯವಾದುದೊಂದು ಕೇರೊಟಿನಾಯಿಡ್ ಟೊಮ್ಯಾಟೋ. ಹಣ್ಣುಗಳು ಕೆಂಪಗಿರುವುದಕ್ಕೆ ಇವೇ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಲೈಕೋಪೀನ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತವೇ ಕಾರಣ. ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಇತರ



β- ಕೆರೋಟೀನ್



ಲ್ಯುಟೆಯಿನ್



ವೈಯೊಲಕ್ಸಾಂಥಿನ್

ಚಿತ್ರ ೫.

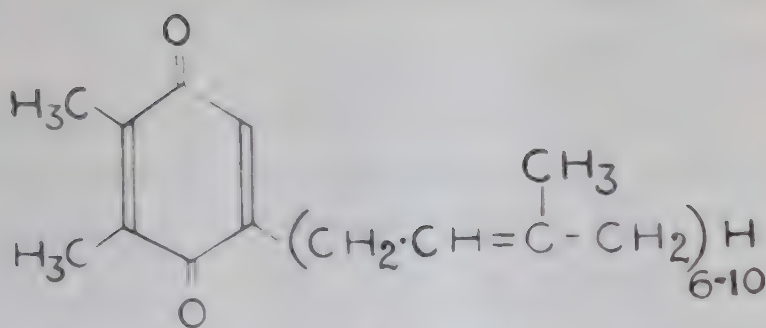
ಕೆರೋಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು

ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತವೆ—ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹಸುರೆಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮುಖ್ಯವಾದ ಕೆರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು ಬೇಟ ಕ್ಯಾರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಕ್ಸಾಂತೊಫಿಲ್ (=ಲೂಟೆಯಾಲ್). ಹಸುರೆಲೆ ಹಣ್ಣಾದಾಗ ಕ್ಸಾಂತೊಫಿಲ್ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳು ನೀಲಿವರ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆ. (λ_{max} 400-500 nm). ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಇರುವ ಕೆರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನ ಕಾಲುಭಾಗದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ.

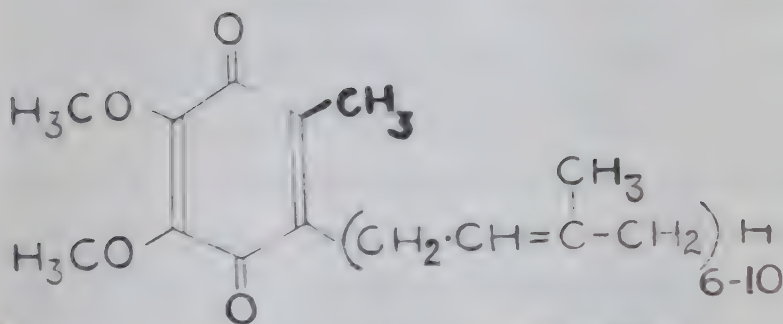
ಮನುಷ್ಯರಿಗೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ವಿಟಮಿನ್ ಎ ಕೂಡ ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದುದೆಂದು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

(3) **ಇತರ ವರ್ಣ ಪದಾರ್ಥಗಳು** : ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಪ್ಲಾಸ್ಟೊಕ್ವಿನೋನುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಸ್ಟೊಸಯನಿನ್ ಪ್ರೋಟೀನು. ಇತರ ಕ್ವಿನೋನುಗಳೂ (ಉದಾ ಯೂಬಿಕ್ವಿನೋನ್ ಮತ್ತು ವಿಟಮಿನ್‌ಕೆ) ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 6ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

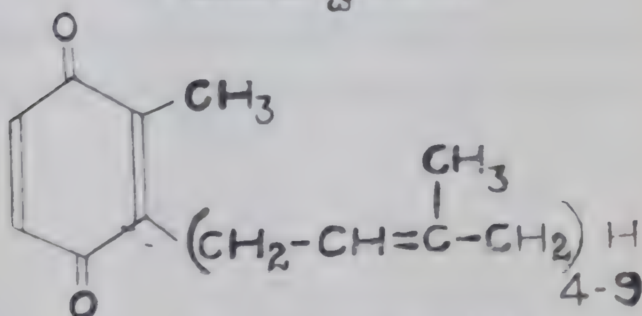
ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಸ್ಥಿತಿ: ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳು (ಫೈಕೊಎರಿಥ್ರಿನ್ ಮತ್ತು ಫೈಕೊಸಯನಿನ್‌ಗಳು) ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್, ಕ್ಯಾರೊಟಿನಾಯಿಡ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ವಿನೋನುಗಳು ಕಾರ್ಬನಿಕ ದ್ರಾವಕಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕರಗುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಕ್ಲೋರೋ



ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಕ್ವಿನೋನ್



ಯೂಬಿಕ್ವಿನೋನ್



K-ವಿಟಮಿನ್‌ಗಳು

ಚಿತ್ರ ೬.

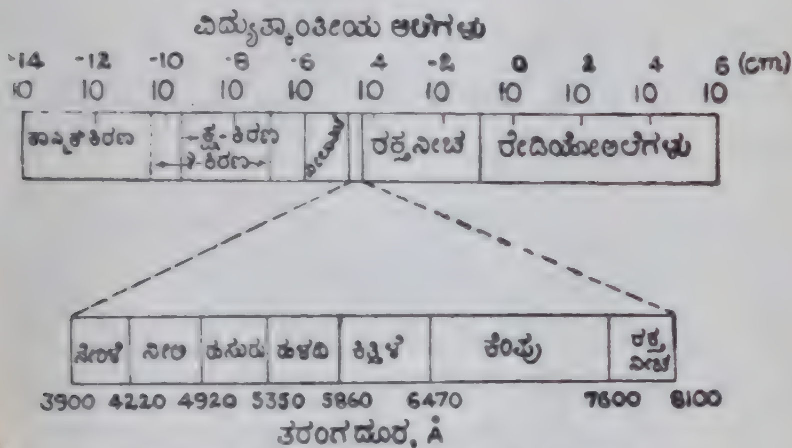
ಕ್ವಿನೋನುಗಳು

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡೂ ಬಗೆಯ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಓದಂ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರುತ್ತದೆ.

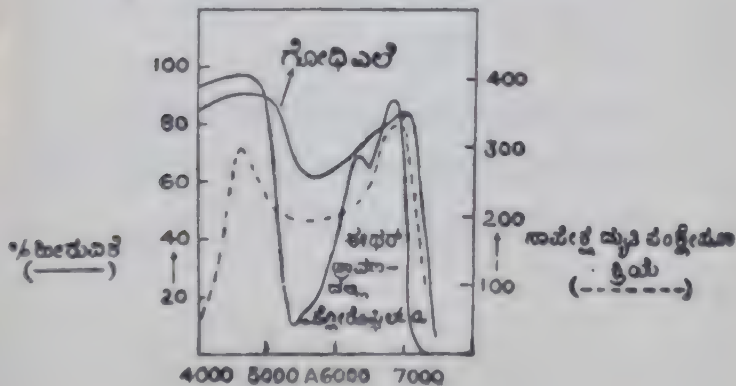
ಈ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬಿಡಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಇತರ ಪದಾರ್ಥಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಎರಡು ಅಂಶಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಈ ಶುದ್ಧ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಬೆಳಕು ಹೀರುವಿಕೆಗೂ (absorption spectrum) ಕೋಶರಸ (cell sap) ಮತ್ತು ಕೋಶ ಸಾರ (cell extract) ಗಳದ್ದಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಇಂತಹ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಬಹು ಬೇಗ ಉತ್ಕರ್ಷಣೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ ಅದೇ ಇವುಗಳು ಕೋಶರಸ ಅಥವಾ ಕೋಶಸಾರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಹೀಗೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ—ಇದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕೋಶರಸ, ಕೋಶಸಾರಗಳನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಈ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಶುದ್ಧ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿಯಂತೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗುವುದರಿಂದ ಕೋಶರಸ, ಕೋಶಸಾರಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಶಾಖದಿಂದ ಬದಲಾಯಿಸುವ ಯಾವುದೋ ಸಂಯುಕ್ತದೊಡನೆ (ಬಹುಶಃ ಯಾವುದೋ ಪ್ರೋಟೀನಿನೊಡನೆ) ಜಂಟಿ ಹೊಂದಿರಬೇಕೆನಿಸುತ್ತದೆ.

೪. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಸಸ್ಯ ಭಾಗಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ್ದಾಯಿತು. ಈಗ ಇದರಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ನೋಡೋಣ. ಇಂಗಾಲ



ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತ ತರಂಗಗಳು



ಚಿತ್ರ ೭

ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದೇ ಇಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಸಂಗತಿ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಒಂದು ರೂಪ. ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು, ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಇವೆಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳೇ.

ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುವ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ 3,500 A° ನಿಂದ 10.000 A° ಗಳಷ್ಟು ಉದ್ದದ ಅಲೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ 4,000 A° ನಿಂದ 7,000 A° ಉದ್ದದ ಅಲೆಗಳು ಮಾತ್ರ (ಇವು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು) ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾದುವುಗಳು.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿ "ಕ್ವಾಂಟಂ"ಗಳಾಗಿ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಕ್ವಾಂಟಂ ಗಳಿಗೆ ಫೋಟಾನುಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇದೇ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಮಾನ. ಇದನ್ನು ತಿರುಗಿ ಭಾಗ ಮಾಡಲಾಗು ವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಅದರ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ (frequency) ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಂಕನ ಸಂಖ್ಯೆ (ಇದರ ಸಂಕೇತ h) ಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮ.

ಶಕ್ತಿ—ಪ್ಲಾಂಕನ ಸಂಖ್ಯೆ × ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ $\epsilon = h \times v$. ಇಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬೆಳಕಿನ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದು ದರಿಂದ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಲೆ ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣಕ್ಕೂ ಬದಲಾ ಯಿಸುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಮೊದಲು ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಅಣು ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಒಂದು ಫೋಟಾನ್

ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾದರೂ ಪಡೆಯಬೇಕು. ಒಂದು ಮೋಲ್ * ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ N ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಬೇಕು. ಒಂದು ಮೋಲ್ ಹೀರುವ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿ $= N \times h \times v$ †

ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಹೀರುವ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಫೋಟಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಸುಮಾರು 40,000 ಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳು.

ಈಗ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೊರಬೀಳಲು ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಕೆಂದು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕೋಣ.

ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ + ನೀರು → ಗ್ಲೂಕೋಸ್ + ಆಮ್ಲಜನಕ.

$5CO_2 + H_2O \quad C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 690$ ಕಿ. ಕ್ಯಾಲೋರಿಗಳು.

ಜೀವಿಗಳ ಶರೀರದಲ್ಲಿಯಾಗಲೀ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮೀಟರಿನಲ್ಲಿಯಾಗಲೀ 180 ಗ್ರಾಂ ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ಉತ್ಕರ್ಷಿಸಿದಾಗ

---

* ಮೋಲ್ :—ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ಅಣು. ಒಂದು ಮೋಲ್ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ; ಪದಾರ್ಥ ಯಾವುದಾದರೂ ಆಗಿರಬಹುದು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅವೋಗಾಡ್ರೊ ಸಂಖ್ಯೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಸಂಕೇತ N. ಬೆಲೆ 6.024×10^{23}.

† ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಶಾಖದ ಮಾನವಾದ ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ಮಾನವಾದ ಅರ್ಗ್ ಎರಡೂ ರೂಪಗಳಲ್ಲೂ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ v (ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ) ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣ ಬದಲಾದಂತೆಯೂ ಬದಲಾಗುವುದರಿಂದ ಐನ್-ಸ್ಟೈನ್‌ನ ಬೆಲೆಯೂ ಅದಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಹೀರುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ದೂರ 4300 ರಿಂದ 4800 ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗಳು. ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ $= \frac{\text{ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ}}{\text{ತರಂಗ ದೂರ}}$

ಉಂಟಾಗುವ ಉಪಯುಕ್ತ ಶಕ್ತಿ 686 ಕಿಲೊಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲು 686 ಕಿಲೋಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೊರಬೀಳಲು ಇದರ ಆರನೆ ಒಂದು ಭಾಗ ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 114 ಕಿಲೊಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು.

* ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಹೀರುವ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಫೋಟಾನ್ ಶಕ್ತಿ=40,000 ಕ್ಯಾಲೊರಿಗಳು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೊರಬೀಳಲು ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಸುಮಾರು ಇದರ ಮೂರರಷ್ಟು $\left\{\frac{1{\cdot}14000}{40000}\right\}$, ಅಂದರೆ ಮೂರು ಮೋಲ್ ಫೋಟಾನ್ ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು. ಅಂದರೆ, ಒಂದು ಅಣು ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೊರ ಬೀಳಲು ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಮೂರು ಫೋಟಾನುಗಳು ಬೇಕು. ಇದು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದಾಗ ಬರುವ ಬೆಲೆ. ಇದನ್ನೇ ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕವಾಗಿ—ಒಳಗೆ ಹೀರಿದ ಬೆಳಕು, ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದ ಆಮ್ಲಜನಕಗಳನ್ನು ಬಹು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಅಳೆದು—ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದಾಗ ವಾರ್‌ಬುರ್ಗ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಫೋಟಾನುಗಳು, ಉಳಿದವರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಬೆಲೆ ಎಂಟು ಫೋಟಾನುಗಳು ಬಂದಿವೆ.

---

* ಹಸುರೆಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳೂ ತಾವು ಹೀರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಕೊಡುತ್ತವೆ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯಿದೆ. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಮತ್ತು ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳೆರಡೂ ಇರುವ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಫೈಕೊಬಿಲಿನ್‌ಗಳು ಹೀರುವ ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಹೀಗೆ ಹೀರಿದ ಶಕ್ತಿ ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುವುದು ಎಂದು ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

೫. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ; ಜೀವಿ ಶರೀರ ಶಾಸ್ತ್ರ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ

ಇದುವರೆಗೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣವ ಅಧ್ಯಯನದ ಚರಿತ್ರೆ, ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಜೀವಿಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜನೆ (structure and composition) ಮತ್ತು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಿನಿಯೋಗ ಇಷ್ಟನ್ನು ನೋಡಿದ್ದಾಯಿತು. ಈಗ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳತ್ತ ದೃಷ್ಟಿ ತಿರುಗಿಸೋಣ.

(1) ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿ ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಈ ಒಟ್ಟು ಕ್ರಿಯೆಯ ಅಂಗಗಳಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (2) ಕೊನೆಗೆ ಪಿಷ್ಟಗಳು ಮತ್ತಿತರ ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗುವವರೆಗೆ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಏನೇನು ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ ಈ ಎರಡು ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದ ಇದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದವರು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು. ಅನಿಲಗಳ ರಸಾಯನ ಗುಣ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆಯೊಡನೆಯೆ ಈ ಕಾರ್ಯವೂ ನಡೆಯಿತು. ಇದು ನಡೆದದ್ದು ಆಧುನಿಕ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಶೈಶವದಲ್ಲಿ ; ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಮುಂತಾದವರ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಸ್ವರೂಪ ಆಗ ಬಹಳ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಅನಂತರ ಜೀವಶರೀರ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮುಂದುವರಿದಾಗ ಇದರ ಜ್ಞಾನ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಯಿತು. ಈಗ ಜೀವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಂದ ಈ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಡಿ ಜೀವಕೋಶ ಜೀವಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸತಕ್ಕ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಭಾಗ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದಾದರೂ ಜೀವ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕಾದಾಗ ಈ ಕೋಶವ ಒಳಗಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಪಾಂಗಗಳನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಫರ್ಮೆಂಟೇಷನ್ ಕ್ರಿಯೆ ಇಡೀ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದಲೇ ಅಲ್ಲ, ಈ ಕೋಶಗಳಿಂದ ತೆಗೆದ ಸಾರಗಳಿಂದಲೂ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದ ಮೇಲೆಯೇ ಆ ಕ್ರಿಯೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ ಬೇಗ ಬೇಗ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದ್ದು. ಜೀವಕ್ರಿಯೆಯೊಂದರ ಸ್ವರೂಪ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಶರೀರ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಎರಡೂ ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ವ್ಯಾಸಂಗ ಮಾಡಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಜೀವಕೋಶದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಎರಡನೆಯದು ಕೋಶಗಳೊಳಗೆ ನಡೆಯುವ ಎಂಜೈಮುಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಗಮನ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆ ಅಲ್ಲ ಎಂದು 1905 ರಲ್ಲೇ ಬ್ಲಾಕ್‌ಮನ್ ತೋರಿಸಿದ್ದನು. ಒಟ್ಟು ಕ್ರಿಯೆಯ ವೇಗ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ದೊರಕುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ. (ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವ ವೇಗವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಮಿಷ ಹೊರಬೀಳುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಗಾತ್ರದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ). ಒಂದು ಮಟ್ಟ ಮುಟ್ಟಿದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದರಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಒಟ್ಟು ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಹಂತಗಳಿವೆ: ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿ ಇದರಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದರ ವೇಗವನ್ನು ಮಾತ್ರ ವರ್ಧಿಸ

ಬಲ್ಲುದು ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಬಹುದು. ಒಂದೂರಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದೂರಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ರೈಲು ಹಾದಿ ಇಲ್ಲವೆಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಪ್ರಯಾಣಿಕರೆಲ್ಲಾ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿಳಿದು ಅಲ್ಲಿಂದ ಬಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗಬೇಕು. ರೈಲಿನಿಂದ ಬಂದಿಳಿಯುವ ಪ್ರಯಾಣಿಕರೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಕ್ಷಣ ಅಲ್ಲಿರುವ ಬಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಬಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಏರ್ಪಾಟು ಮಾಡಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ? ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ರೈಲು ಗಾಡಿಗಳನ್ನೊದಗಿಸುವುದರಿಂದ ಕಡೆಗೆ ಬಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಊರನ್ನು ಮುಟ್ಟುವ ಪ್ರಯಾಣಿಕರ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ರೈಲು ಪ್ರಯಾಣ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆ. ಬಸ್ಸು ಪ್ರಯಾಣ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಎರಡನೆಯ ಹಂತದ ಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಸಸ್ಯದ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಅಲ್ಪಕಾಲ (0.001 ಸೆಕೆಂಡ್) ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊಳೆಸಿದಾಗ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪಾದನೆ ಆಮೇಲೆ ಸಹ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ 0.02 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಕಾಲ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಹೊಳೆತ (light flash) ಒಂದರಿಂದ ಪರಮಾವಧಿ ಆಮ್ಲ ಜನಕ ಉತ್ಪಾದನೆ ಆಗುವುದಕ್ಕೆ 0.02 ಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಕತ್ತಲೆ ಕಾಲಾವಕಾಶ (dark interval) ಬೇಕು. ಈ ಪ್ರಯೋಗ ಕತ್ತಲೆ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಪರಮಾವಧಿ ಕಾಲವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಅಂಶಗಳನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ,

ಉಷ್ಣಾಂಶ, ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಶೇಕಡಾ 6 ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಇಲ್ಲವೇ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರಮಾಣ ಶೇಕಡಾ 21 ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಯನೈಡ್‌ನಂತಹ ವಿಷ ಪದಾರ್ಥ ಕೇವಲ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ಇದ್ದರೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಂತು ಹೋಗುತ್ತದೆ. (ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಸಯನೈಡಿನಿಂದ ತೊಂದರೆ ಇಲ್ಲ).

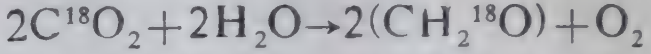
ಇದಿಷ್ಟು ಸಸ್ಯದ ಬಾಹ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಮಾತಾಯಿತು. ಇನ್ನು ಸಸ್ಯದೊಳಗಿನ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದಾದರೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವೇಗದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುದು ಅದೊಂದೇ ಅಲ್ಲ. ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣ ಅವುಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎಲೆಗಳು ಒಳತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹೊಸ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣ ಬೇಗ ಬೇಗ ಹೆಚ್ಚಬಹುದು. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅವುಗಳು ಹೀರುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್ ಮತ್ತು ಪೊಟಾಸಿಯಂ ಲವಣಗಳನ್ನು ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದಾಗ ತಕ್ಷಣವೇ ಅವುಗಳಿಂದ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಸಂಯೋಜನೆಯಾಗುವುದಕ್ಕೂ ಮೊದಲೇ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡು ನಿದರ್ಶನಗಳಲ್ಲದೆ ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊಳೆಯಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದಾಗಲೂ

ಇದೇ ಅಂಶ—ಅಂದರೆ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನಂತೆ ಇತರ ಅಂಶಗಳೂ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಎಮರ್‌ಸನ್ನನು ಕ್ಲೋರೆಲ್ಲ ಆಲ್ಗದ ಮೇಲೆ 10^{-5} ರಿಂದ 10^{-6} ಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಕಾಲ ಬಹು ಪ್ರಕಾಶವಾದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊಳೆಯಿಸಿದನು. ಈ ಹೊಳೆತಗಳ ನಡುವಿನ ವಿರಾಮವನ್ನು 0.04 ಸೆಕೆಂಡಿನವರೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಯಿತು. ಇದಿಷ್ಟನ್ನೂ 1°C ತಾಪದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲಾಯಿತು ಕತ್ತಲೆ ವಿರಾಮವನ್ನು ಇವಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪಾದನೆ ಹೆಚ್ಚಲಿಲ್ಲ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ 2,000 ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಅಣು ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರತಿಫಲ ಬರಲಿಲ್ಲ. ಇದು ಆಶ್ಚರ್ಯದ ಸಂಗತಿ. ಬೆಳಕು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುವೂ ಒಂದು ಬಾರಿ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಸಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಒಂದರ ಒಂದು ಅಣುವನ್ನಾದರೂ ಉಂಟುಮಾಡುವುದು ಎಂದೆನಿಸುವುದು ಸಹಜ. ಅತ್ಯಧಿಕ ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪಾದನೆ ನಡೆದಾಗ ಒಂದು ಅಣು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನಿಂದ ಒಂದು ಅಣು ಆಮ್ಲಜನಕ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುಗಳಾದರೂ ಒಂದು ಅಣು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲವು ಎಂತಲೂ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಸಾವಿರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅಣು ಬಲು ಕಡಿಮೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಹೀಗೆ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಬಹುದು. ಬೆಳಕು ಹೊಳೆಯಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಬಹಳ ಅಸ್ಥಿರವಾದುದಾಗಿದ್ದು ತಕ್ಷಣವೇ ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಎರಡನೆ ಹಂತದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ತಿರುಗಿ ಮೊದಲಿದ್ದ ರೂಪಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರು

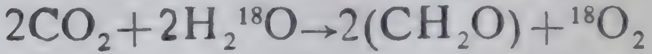
ಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಸ್ಥಿರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸಬೇಕಾದರೆ ಕತ್ತಲೆ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿಕೊಡುವ ಎಂಜೈಮುಗಳು ಅವಶ್ಯಕ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೈಲು-ಬಸ್ಸು ಪ್ರಯಾಣದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಸಿ ರೈಲ್ವೆ ಸ್ಟೇಷನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಬಸ್ಸುಗಳಿಗೋಸ್ಕರ ಕಾಯಬೇಕಾದ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ಕಾದು ಕಾದು ಸಾಕಾಗಿ ಬೇಸರದಿಂದ ತಾವು ಹೊರಟಲ್ಲಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದಂತೆ ಆಯಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಹೀಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ನಂತೆಯೇ ಕತ್ತಲೆ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ ಮುಖ್ಯವಾದುವು.

ಜೀವ ಕಣಗಳನ್ನು ಛೇದಿಸದೆಯೇ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ ಹೇಗಿರಬಹುದೆಂದು ಮೂರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಹೆಜ್ಜೆಯ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಸರಿಯಲ್ಲವೆಂದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿಯೂ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮುಂದೆ ವಿಲ್‌ಸ್ಟಾಟರ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೋಲ್‌ರವರೂ, ಫ್ರಾಂಕ್‌ರವರೂ ಮೂರು ಹಂತಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದರು. ಈ ಎರಡು ಸರಣಿಗಳೂ ಸಹ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ 19·2ರಲ್ಲಿ ರ್ಯೂಬೆನ್ ಮತ್ತು ಕೇಮೆನ್‌ರವರು $^{18}O_2$ (ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸಕ್ಷೇತ್ರ) ದಿಂದ ಗುರುತುಮಾಡಿದ ಸಂಯುಕ್ತ

ಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದಾಗ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಬೀಳುವ ಆಮ್ಲಜನಕವೆಲ್ಲಾ ಇದರಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ನೀರಿನಿಂದ ಬರುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಿಂದ ಅಲ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿತು.



$$2C^{18}O_2 + 2H_2O \rightarrow 2(CH_2{}^{18}O) + O_2$$



$$2CO_2 + 2H_2{}^{18}O \rightarrow 2(CH_2O) + {}^{18}O_2$$

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು ಫಾರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡಾಗಿ ಅಪಕರ್ಷಣ ಹೊಂದುವುದೆಂದು ಬಾಯರ್ (Bayer) ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಈಗ ಬಹಳ ದಿನಗಳಿಂದ ನಿರಾಕೃತವಾಗಿದ್ದರೂ ಈಚೀಚೆಗೆ ನಡೆದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಬಹು ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಶ—ಬಾಯರನ ಹೇಳಿಕೆಯಷ್ಟಲ್ಲದಿದ್ದರೂ—ಫಾರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡಾಗಿ ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗುವುದೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜ್ಞಾನ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ತುಲನ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Comparative biochemistry) ದಿಂದ, ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಟ್ರೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಒಡೆದು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗಿದೆ.

೬. ತುಲನ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ

ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯವರೆಗೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಬಲ್ಲ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸ್ವಪೋಷಕಗಳಾದ ಹಸುರು ಸಸ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಕೇವಲ ಕೆಲವಾದರೂ ಇಂಗಾಲಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಬೇಕಾದ ಪರಪೋಷಿತ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರುವ ಇನ್ನು ಯಾವ ಬಗೆಯ ಜೀವಿಯೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. 1887ರಲ್ಲಿ ವಿನೊಗ್ರಾಡ್‌ಸ್ಕಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಬಗೆಯ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇವು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡು ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದಾದರೂ ಸಲ್ಫೈಡುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಗಂಧಕದ ಹಳುಕುಗಳು ಶೇಖರವಾಗುತ್ತವೆ. ಸಲ್ಫೈಡುಗಳು ಖರ್ಚಾಗಿಹೋದಾಗ ಈ ಗಂಧಕದ ಹಳುಕುಗಳು ಕರಗಿಹೋಗಿ ಸಲ್ಫೈಟ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ($H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2$. ಇದು ನಡೆದಾಗಲೇ $CO_2 \rightarrow CH_2O$) ಅಮೋನಿಯ ಅಥವಾ ನೈಟ್ರೈಟುಗಳಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರುವ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಈತನೇ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ವರ್ಷದ ನಂತರ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇವೆರಡೂ ವರ್ಣರಹಿತ (ಅಂದರೆ, ತಮ್ಮ ಜೀವಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿಲ್ಲದ) ಜೀವಿಗಳು. ತಕ್ಕಂತಹ ರಸಾಯನ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿದ್ದಾಗ ಇವುಗಳು ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವನ್ನು ಹೀರುವುವು.

ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಅಪಕರ್ಷಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ ಸರಳ ನಿರವಯುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದ ಸಲ್ಫೈಡುಗಳು, ಗಂಧಕ, ಅಮೋನಿಯ, ಅಥವಾ ನೈಟ್ರೇಟುಗಳು ಇವುಗಳ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ದಿಂದ ಒದಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ರಸಾಯನಸ್ವಪೋಷಕ ಗಳು (Chemo-autotrophs) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ 1883ರಲ್ಲಿ ಅಕಾರ್ಬನಿಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ (mineral medium) ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರಲು ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಸಲ್ಫೈಡು ಎರಡೂ ಬೇಕಾದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಬಣ್ಣವುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಎಂಗೆಲ್‌ಮಾನ್ (Engelmann) ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಇದು ಎಲ್ಲ ರಿಗೂ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೊರ ಬೀಳು ವುದಿಲ್ಲ. ಇದಾದ ನಂತರ ಮೋಲಿಷ್ (Molish) ಮತ್ತೂ ಒಂದು ಮಾದರಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಚ್ಚಿದನು. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲವು ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಬೇಕು.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಮೂರು ವಿಧವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

1. ವರ್ಣರಹಿತ ರಸಾಯನ ಸ್ವಪೋಷಕಗಳು : ಇವುಗಳು ಸಲ್ಫೈಡುಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆಯೆಂದು ಮೇಲೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳು ಬೆಳ ಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಇವುಗಳ ವಿವರ ಇಲ್ಲಿ ಅಪ್ರಕೃತ.

2. ಹಸುರು ಮತ್ತು ನೇರಿಲೆ ಬಣ್ಣದ ಗಂಧಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀ ರಿಯ : ಇವು ಬೆಳಕನ್ನೂ ಹೀರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಸಲ್ಫೈಡುಗಳನ್ನೂ

ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ. ನೇರಲೆ ಬಣ್ಣದವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಗಂಧಕ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತದೆ.

3. ನೇರಿಲೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂತಹ ಆದರೆ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಜೊತೆಗೆ ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆಯೂ ಇರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ.

ಇವು ಯಾವುವೂ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳೆಲ್ಲ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿಸಲು ನೀರಿನಿಂದ ಜಲಜನಕವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದರ ಬದಲು ಸಲ್ಫೈಡುಗಳು ಅಥವಾ ಇತರ ಜಲಜನಕದಾಯಕಗಳನ್ನು (hydrogen donors)—ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ ಅಥವಾ ಬರಿಯ ಜಲಜನಕ ಉಪಯೋಗಿಸುವುವೆಂದು ವಾನ್ ನೀಲ್ (Van Niel) ತೋರಿಸಿದನು. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕೆ ಆತನು ಕೊಟ್ಟ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರ ಇದು.



$$2H_2X + CO_2 \longrightarrow (CH_2O) + H_2O + 2X.$$

1. H_2X ಸಲ್ಫೈಡ್ ಆದರೆ ಗಂಧಕ (S) ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.
2. H_2X ನೀರು ಆದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕ (O_2) ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.
3. H_2X ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ ಆದರೆ ಕೀಟೋನ್‌ಗಳಂತಹ ಉತ್ಕರ್ಷಿತ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತವೆ.
4. H_2X ಜಲಜನಕ ಆದರೆ ಉತ್ಕರ್ಷಿತ ಉತ್ಪನ್ನ ಯಾವುದೂ ಇಲ್ಲ.

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯದೇ ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆ.

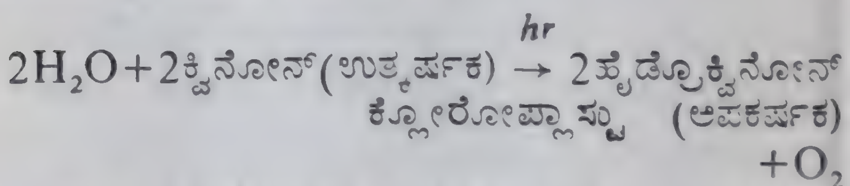
ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಕಾರ್ಬೊಹೈಡ್ರೇಟ್ ಆಗುವ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಜಲಜನಕದಾಯಕ ದ್ಯುತಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳಗಾಗುತ್ತದೆ (ಸಲ್ಫೈಡ್, ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್, ನೀರು, ಜಲಜನಕ). ಈ ದ್ಯುತಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣದಿಂದ ಬಂದ ಉತ್ಕರ್ಷಿತ ಪದಾರ್ಥ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಉತ್ಪನ್ನಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿ ರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ (ಗಂಧಕ, ಕೀಟೋನ್, ಆಮ್ಲ ಜನಕ ಇತ್ಯಾದಿ) ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವ ಆಮ್ಲಜನಕ ವೆಲ್ಲಾ ಅವುಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ನೀರಿನಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ರೂಬೆನ್ ಮತ್ತು ಕೇಮನ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೂ ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿಕೊಟ್ಟವು.

೭. ಜೀವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಈಚೆಗೆ ಕೆಲವು ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳು ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ಅಷ್ಟು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಕೆಲಸ ಭರದಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲೂ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಂದು ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಇಲ್ಲದಿದ್ದಾಗ ಬೆಳಕಿಗೆ ತೋರಿಸಿ ಅನಂತರ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಆಗಲೂ ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಾಗ ಮೊದಲು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಪಟುತ್ವವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಬೆಳಕಿನ ಪಟುತ್ವ ಬಂದು ಮಿತಿಮೀರಿದಾಗ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪಟುತ್ವ ಹೆಚ್ಚಾಗದೆ ಒಂದು ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನಿಂತು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಆಧಾರ ವೊಂದರಿಂದಲೇ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ನಡೆಯುತ್ತಿರಬೇಕೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯೆಂದು ಇತರ ಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಣಾಮಗಳಿವು: ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಸೂರ್ಯ ರಶ್ಮಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆ, ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಅಪಕರ್ಷಕಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ, ಹಸುರು ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಆಲ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪತ್ತಿ. ಎರಡನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ

ಡಯಾಕ್ಸೈಡು, ಶರ್ಕರ ಪಿಷ್ಟಗಳು ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕೃತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡನೆ ಹಂತದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕು ಅವಶ್ಯವಲ್ಲ, ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು ಅವಶ್ಯಕ. ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಈಗ ವಿವರವಾಗಿ ನೋಡೋಣ.

ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು : ಹಿಲ್ ಎಂಬ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು 1936ರಲ್ಲಿಯೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಅರೆದು ತಯಾರಿಸಿದ ಕೋಶರಹಿತವಾದ ಆದರೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಿರುವ ಸಾರವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತೋರಿಸಿದಾಗ ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಬೇಕಿಲ್ಲ. ಮತ್ತು ಈ ಸಾರಕ್ಕೆ ಉತ್ಕರ್ಷಕವೊಂದನ್ನು—ಉದಾ, ಫೆರಿಕ್ ಆಕ್ಸಲೇಟ್, ಫೆರಿಸಯನೈಡ್, ಕ್ವಿನೋನುಗಳು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕ ಇನ್ನೂ ವೇಗವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೂ ಹಿಲ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.



$$2H_2O + 2\text{ಕ್ವಿನೋನ್(ಉತ್ಕರ್ಷಕ)} \xrightarrow[\text{ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟು}]{hr} 2\text{ಹೈಡ್ರೋಕ್ವಿನೋನ್ (ಅಪಕರ್ಷಕ)} + O_2$$

ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳನಂತರ ಓಚೋವಾ ಮತ್ತು ವಿಷ್ನಿಯಾಕ್ ರವರು NADP* (ನಿಕೊಟಿನಮೈಡ್ ಅಡೆನೀನ್ ಡೈ

* ಇದು ಅನೇಕ ಉತ್ಕರ್ಷಣ–ಅಪಕರ್ಷಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಕೋಎಂಜೈಮು. ಅನೇಕ ಎಂಜೈಮುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಭಾಗ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಅಣು ತೂಕದ ಡಯಲೈಸ್ (dialyse) ಆಗುವ ಕಾರ್ಬನಿಕ ಭಾಗ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್) ನೈಸರ್ಗಿಕವಾದ ಜೈವಿಕಹಿಲ್ ಸಂಯುಕ್ತ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಹಿಲ್‌ನ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಬುಖ್ನರ್ ಪ್ರಯೋಗವು ಆಲ್ಕೊ ಹಾಲ್ ಹುದುಗುವಿಕೆಯ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಯನ್ನು ವಿಶದೀಕರಿಸಲು ಉಪಯುಕ್ತವಾದಂತೆಯೇ ಹಿಲ್ ಪ್ರಯೋಗವೂ ಕೂಡ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಅದರಲ್ಲೂ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿ ಯಾಯಿತು.

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ—(ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂ. ನೀಲಿ–ಹಸುರು ಆಲ್ಗಗಳು ಮತ್ತು ಸಸ್ತನಿಗಳ ಕೆಂಪುರಕ್ತಕಣ ಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ) ಉಳಿದೆಲ್ಲಾ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾಗಳ ಜೊತೆ ಹೋಲಿಸುವುದು ಉಚಿತ ವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಂತೆಯೇ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾಗಳೂ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಪರಿ ವರ್ತನಾಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಕೋಶೋಪಾಂಗಗಳು. ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನಲ್ಲಿ ಪೈರುವೇಟ್ ಮತ್ತು ಜಿಡ್ಡಿನ ಆಮ್ಲಗಳು ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸರಣಿಯ ಮೂಲಕ ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗಿ

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದಕ್ಕೆ ಅಪೋಎಂಜೈಮು (apoenzyme) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಎರಡನೆಯದೇ ಕೋಎಂಜೈಮು. ಎಂಜೈಮಿನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಇದು ಅವಶ್ಯಕ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಕೋಎಂಜೈಮು ಗಳು ವಿಟಮಿನ್ ಬಿ ಸಮೂಹದ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನಗಳು.

ಉತ್ಕರ್ಷಣದ ಶಕ್ತಿ ಅಡೆನೋಸಿನ್ ಟ್ರೈಫಾಸ್ಫೇಟಿನಲ್ಲಿ ಶೇಖರ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯ ದೆಸೆ ಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ

ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರುವ ಮುಖ್ಯ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್. ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿದಾಗ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುವು ಉದ್ರೇಕಿತ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲ ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತವಾಗ ಬಹುದು. ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣು ಇದ್ದಂತೆಯೇ ಇದ್ದು ಅದರಿಂದ ಫ್ಲೂರೆಸೆಂಟ್ ಬೆಳಕು ಎಂದರೆ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕು ಹೊರಹೊಮ್ಮಲು ಮೊದಲಾಗಬಹುದು. ಅಥವಾ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಣುವಿನಿಂದ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೊರದೂಡ ಲ್ಪಟ್ಟು ಬೇರೆ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗಬಹುದು. ಈ ಅಪಕರ್ಷಿತಗಳಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಬಂದಾಗ ಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೇಗೆ ಪುನಃ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿಗೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುತ್ತವೆ, ಈ ಪಥದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಗ್ರಾಹಕ ಅಣುಗಳು ಯಾವುವು, ಅವುಗಳ "ಉತ್ಕರ್ಷಣ–ಅಪಕರ್ಷಣ–ಶಕ್ತಿವಂಟ್ಟು"* (Oxi-

---

* ಯಾವುದಾದರೊಂದು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಅಪಕರ್ಷಕ ಗಳೆರಡೂ ಒಂದು ಮೋಲಾರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡನ್ನೂ ಒಂದು ಜಲಜನಕದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡನ್ನೂ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶಕ್ತಿಗೆ ಉತ್ಕರ್ಷಣ–ಅಪಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿವಂಟ್ಟುವೆಂದು ಹೆಸರು (E_o). ನೀರಿನ ಅಥವಾ ಜೈವಿಕ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ (ಸುಮಾರು pH 7) ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ E_o' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಶಕ್ತಿವಂಟ್ಟು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉತ್ಕರ್ಷಕ-ಅಪಕರ್ಷಕ ಜೋಡಿಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ

dation-reduction potential) ಎಂದು ತಿಳಿದು ಕೊಳ್ಳಲು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆದಿವೆ.

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಗ್ರಾಹಕ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ದಾಯಕ ಅಣುಗಳು ಕೆಲವು ಯಾವುವೆಂದು ಈಗ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಎನ್.ಎ.ಡಿ.ಪಿ., ಫೆರ್ರೆಡಾಕ್ಸಿನ್ ಎಂಬ ಕಬ್ಬಿಣವುಳ್ಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರೋಟೀನು, ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಕ್ವಿನೋನು, ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ ಎಫ್ ಮತ್ತು ಬಿ$_6$, ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಸಯನಿನ್ ಎಂಬ ತಾಮ್ರವುಳ್ಳ ನೀಲಿ ಪ್ರೋಟೀನು ಇವುಗಳೆಲ್ಲ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನ ದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇವುಗಳ ಉತ್ಕರ್ಷಣ-ಅಪಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿವಂಟ್ಟವನ್ನು ಅಳೆದು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ದ್ದಾರೆ.

ಸಂಯುಕ್ತ	E_0' ವೋಲ್ಟ
ಫೆರ್ರೆಡಾಕ್ಸಿನ್	—0.432
ಎನ್‌ಎಡಿಪಿ	—0.31
ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಕ್ವಿನೋನ್	0.0
ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ b$_6$	—0.06
,, f	+0.364
ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಸಯನಿನ್	+0.4
ಪಿ 700 (=ವಿಶೇಷ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಎ)	+0.47
ಆಮ್ಲಜನಕ—ನೀರು	+0.8

ಭಿನ್ನವಾದ ಎರಡು ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಗಳು : ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ ಒಂದೇ ಅಲ್ಲ, ಎರಡು ವಿಧದ ಬೆಳಕಿನ

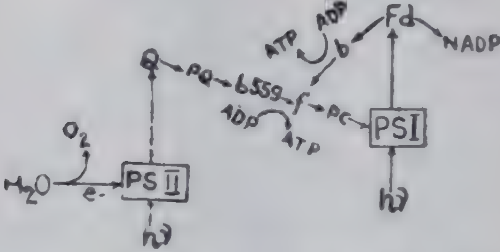
ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಗಳಿವೆ ಎಂದು ಹಿಲ್ (Hill) ಮತ್ತು ಬೆಂಡಾಲ್ (Bendal) ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳ ಮೇಲೆ 700 nm (nm ಎಂದರೆ ಒಂದು ನ್ಯಾನೋಮೀಟರ್, ಇದರ ಬೆಲೆ ಒಂದು ಮೀಟರಿನ 10^{-9} ಭಾಗ) ಅಥವಾ 680 nm ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕು ಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಹೊಳೆಯಿಸಿದಾಗ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣವು ಅಷ್ಟು ಚುರುಕಾಗಿ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಎರಡೂ ತರಂಗದೂರಗಳ ಬೆಳಕುಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯಿಸಿದರೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವೇಗ ಇವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಹೊಳೆಯಿಸಿದಾಗಿನದಕ್ಕಿಂತ ಬಹುವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಇದಕ್ಕೆ ಎಮರ್ಸನ್ ವರ್ಧಕಪರಿಣಾಮ (Emerson enhancement effect) ಎಂದು ಹೆಸರಾ ಗಿದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗವು ಎರಡು ಭಿನ್ನವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯಾ ಸರಣಿಗಳಿವೆಯೆಂದೂ-(PS I ಮತ್ತು PS II=Pigment Systems I and II ಅಥವಾ Photosystems I & II) ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ನಿಕಟಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆ. ಡಿ.ಸಿ.ಎಂ.ಯು. [3—(3, 4—ಡೈ ಕ್ಲೋರೋಫೀನೈಲ್)-1,1-ಡೈಮೆಥೈಲ್‌ಯೂರಿಯ) ವನ್ನು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿ 680 ಮತ್ತು 700 nm ತರಂಗದೂರಗಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಅವರೊಳಗೆ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ನಿಲ್ಲುವುದೇ ಹೊರತು ಎನ್‌ಎಡಿಪಿ ಯ ಅಪಕರ್ಷಣ ನಿಲ್ಲುವುದಿಲ್ಲ. ಡ್ಯುಸೆನ್ಸ್ (Duysen's) ಮತ್ತು ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು 680 nm ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ

ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳು ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್—a ಭಾಗವಹಿಸುವ ಒಂದನೆಯ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ (PS I) ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುವೆಂದೂ ಈ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಎರಡನೆಯ ಸರಣಿಯ (PS II) ಮೇಲೆ 680 nm ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುವೆಂದೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದೂ ತೋರಿಸಿದರು. ಮೊದಲನೆಯ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್-ಎ ಮಾತ್ರ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎರಡನೆ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ PS II ನಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್-ಎ ಯ ಜೊತೆ ಬಿ, ಸಿ ಅಥವಾ ಡಿ ಬೇಕೆಂದೂ ತಿಳಿಸಿದರು.

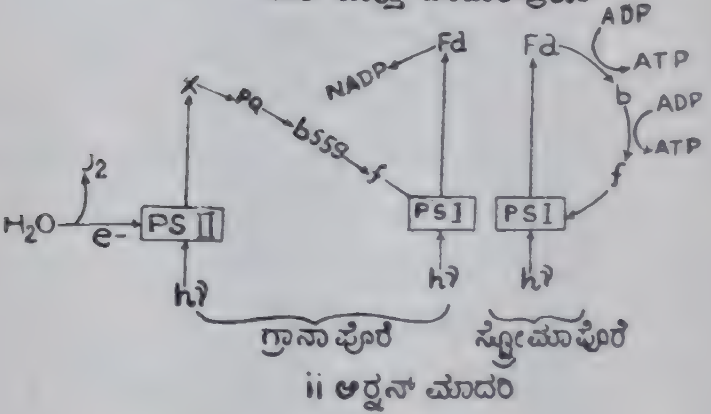
ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳನ್ನು ಒಡೆದು ಗ್ರಾನಾಗಳು ಮತ್ತಿತರ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯಿಸಿ ಆರ್ನನ್ (Arnon) ಮತ್ತು ಸೇನ್ (Sane) ಮತ್ತು ಪಾರ್ಕ್ (Park) ಅವರು "ಮೂರು" ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಗಳು ನಡೆಯಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಗ್ರಾನಾಕಣಗಳನ್ನು ಸ್ಟ್ರೋಮಾ ಪದರಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಗ್ರಾನಾಕಣಗಳಲ್ಲಿ PS I ಮತ್ತು PS II ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರೋಮಾಪದರದಲ್ಲಿ PS II ಮಾತ್ರ ಇರುವುದಾಗಿ ತೋರಿಸಿದರು.

ಸೇನ್ ಮತ್ತು ಪಾರ್ಕ್ ಪ್ರಕಾರ ಗ್ರಾನಾಕಣಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ PS I ಸರಣಿ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರೋಮಾ ಪೊರೆಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ PS I ಸರಣಿಗಳಲ್ಲಿ P 700 ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಎರಡಕ್ಕೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಾಹಕವಿರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಎರಡೂ ಸರಣಿಗಳಲ್ಲೂ NADP ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

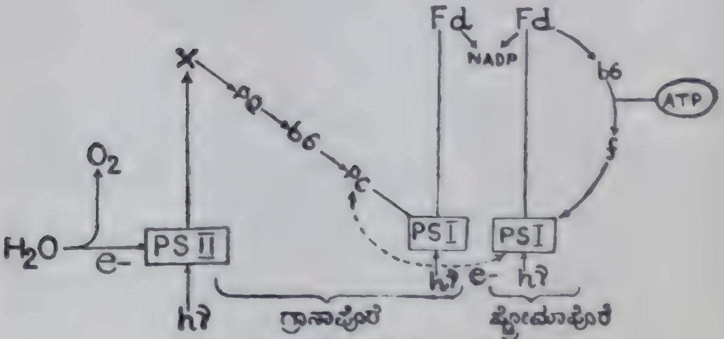
ಹಿಲ್ ಮತ್ತು ಬೆಂಡಾಲ್, ಡಯಸೆನ್ಸ್ ಮತ್ತಿತರರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ Z-ಪಥದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿವೆ. (PS I ಮತ್ತು PS II) ಈ ಪಥವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಸಮೂದಿಸಿದೆ.



ಹಿಲ್ ಮತ್ತು ಬೆಂಡಾಲ್ ಪ್ರಕಾರ



ii ಆರ್ನನ್ ಮಾದರಿ



iii. ಸೇನ್ ಮತ್ತು ಪಾರ್ಕ ಪ್ರಕಾರ

ಚಿತ್ರ ೮. ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯಾಪದಗಳು

ಈ Z ಪಥದ ಪ್ರಕಾರ PS I ಮತ್ತು PS II ಸರಣಿಗಳೆರಡಕ್ಕೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. PS I ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಫೆರ್ರೆಡಾಕ್ಸಿನ್ ಅಪಕರ್ಷಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ b ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ f ಮೂಲಕ ಪುನಃ PS I ಸರಣಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ ಅಪಕರ್ಷಿತ ಫೆರ್ರೆಡಾಕ್ಸಿನ್ನಿನಿಂದ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಯನ್ನು ಸೇರಿ ಅಪಕರ್ಷಿತ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. PS II ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು Q ಸಂಯುಕ್ತ (ಇದು ಕ್ವಿನೋನು ಅಲ್ಲ) ಪ್ಲಾಸ್ಟೋಕ್ವಿನೋನು ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ b ಮೂಲಕ PS I ಸರಣಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ನಮೂದಿಸಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ PS I ಸರಣಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಥದ ವಿಷಯವೇ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಶದವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವುದು. ಸಂಶೋಧನಕಾರರು ಮುಂದಿಟ್ಟಿರುವ ಈ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೋಲಿಕೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೆರಡೂ ಇವೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಚಕ್ರಗತಿಯ ಪಥದಿಂದ ಪುನಃ PS I ಕ್ರಿಯಾ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸೇರಬಹುದು ಅಥವಾ ಅಪಕರ್ಷಿತ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬಹುದು ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತವೆ. ಅಪಕರ್ಷಿತ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಯು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆಯೆಂದು ಮುಂದೆ ನೋಡೋಣ. PS II ಕ್ರಿಯಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ನೀರಿನ ವಿಭಜನೆ, ಆಮ್ಲಜನಕ ಹಾಗೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯೆಂದೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಯಾವುವೆಂದೂ ಇದುವರೆಗೂ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ.

ಈ ವಿಷಯಗಳು ಈಗ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಬೇಗನೇ ಗೊತ್ತಾಗಬಹುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷೆ ಇದೆ. ಇದುವರೆಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಅಂಶಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಆರ್ನನ್ ರವರು ಮುಂದಿಟ್ಟಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಹನ ಪಥ ಪ್ರಾಯಶಃ ಸರಿಯೆಂಬಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ (ದ್ಯುತಿ ಫಾಸ್ಫೊರಿಲೇಷನ್) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಋಣ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ (higher negative potential) ಕಡಿಮೆ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿ ಶಕ್ತಿ ಭರಿತವಾಗಿರುವ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಕಡಿಮೆ ಋಣ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಬೇರೆ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉಪಮಾನವನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಜಲಪಾತದಲ್ಲಿ ಧುಮುಕುತ್ತಿರುವ ನೀರಿನಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ನೀರನ್ನು ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನ ಉದ್ರೇಕಿತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿಸಿ ಎಟಿಪಿ ಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಎಟಿಪಿ ಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪುನಃ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ.

ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನುಗಳಲ್ಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ವಹನದಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಎನ್ಎಡಿಎಚ್ ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಸೇರಿ ಎಟಿಪಿ ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಂಡ

ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನ ಮತ್ತು ಎಟಿಪಿ ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಎರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ನಡೆಯುತ್ತವೆ ಪ್ರಯೋಗ ಸರಿಯಾಗಿ ಆಗದಿದ್ದಾಗ ಎಟಿಪಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗದೆ ಶಕ್ತಿಯು ಅಪವ್ಯಯವಾಗಿ ಶಾಖ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನ ಮತ್ತು ಎಟಿಪಿ ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ನಡೆಯಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಇಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನೆಯಿಂದ ಅಪಕರ್ಷಕಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಎಟಿಪಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನೆ ನಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಎಟಿಪಿ ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಆಗಲೇಬೇಕೆಂದೇನಿಲ್ಲ; ಆದರೂ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕೇ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ. ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನೆಗೆ ಕಾರ್ಬನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಉತ್ಕರ್ಷಣೆ ಕಾರಣ. ಮತ್ತು ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೆ ಸೇರಿ ನೀರು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಎಟಿಪಿ ಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ

ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ PS I ಮತ್ತು PS II ಸರಣಿ ಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಎಟಿಪಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. PS II ಸರಣಿ ಯಲ್ಲಿನೋ ಒಂದು ಎಟಿಪಿ ಅಣು ಬರುತ್ತದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿದೆ. PS I ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಅಣು ಬರುತ್ತದೆಯೋ ಎರಡು ಅಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಖಚಿತವಾಗಿ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸೈಟೋಕ್ರೋಮ್ b_6 ನಿಂದ f ಗೆ ವರ್ಗಾವಣೆ ಯಾಗುವಾಗ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗು ತ್ತವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿವೆ ಅಷ್ಟೇ ಹೊರತು ಅದರ ವಿವರಗಳು

ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ. ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನಿನಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಇನ್ನೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾನ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವಹನಾಸರಣಿ ಮತ್ತು ಎಡಿಪಿ ಗಳನ್ನು ಜಂಟಿ ಮಾಡುವ ಜಂಟಿಸಂಯುಕ್ತ (coupling factors) ಗಳಿವೆ. ಸೈಟೋಕ್ರೋಂ ಬಿ$_6$ ನಿಂದ ಎಫ್‌ಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹರಿದಾಗ X ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತವು ಶಕ್ತಿಭರಿತವಾಗಿ ಅಕಾರ್ಬನಿಕ ಫಾಸ್ಫೇಟನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೆಂದೂ ನಂತರ X ~ P ಸಂಯುಕ್ತವು ಎಡಿಪಿ ಜೊತೆಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು X ನ್ನು ಕೊಡುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

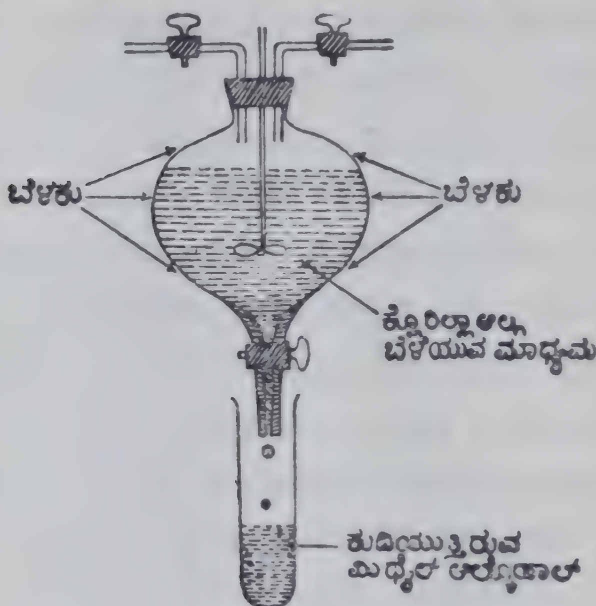
ಚಕ್ರಗತಿಯ PS I ಸರಣಿ (ಚಿತ್ರ 8) ಯಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾತ್ರ ಆಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ PS II ಪಥದಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು ಅಪಕರ್ಷಕಪದಾರ್ಥವಾದ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಹೆಚ್ ಎರಡೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ನನ್ ಪ್ರಕಾರ ಸ್ಟ್ರೋಮಾ ಪೊರೆಗಳಲ್ಲಿನ PS I ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಮಾತ್ರವೂ ಗ್ರಾನಾ ಕಣಗಳ PS I ಮತ್ತು PS II ಸರಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು ಅಪಕರ್ಷಕ ಪದಾರ್ಥಗಳೆರಡೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಹನಾಪಥ, ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು ಅಪಕರ್ಷಕ ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಹೆಚ್‌ಗಳು ಅದರಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವವಾಗುವುದನ್ನು ಕುರಿತು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಕೆಲವು ಸಂಗತಿಗಳು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದ್ದರೂ ವಿಶದವಾಗಿ ಏನಾಗುತ್ತವೆಯೆಂದು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ನೀರಿನಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಬಿಡುಗಡೆ ಮತ್ತು PS II ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳ ವಿಷಯ ಏನೇನೂ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ.

ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯಬಹುದಾದ ಕ್ರಿಯೆಗಳು : ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ಅಂಗವಾಗಿ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಅನವಶ್ಯಕವೆಂದೂ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲ ಬೆಳಕಿಗೆ ತೋರಿಸಲಾದ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳ ಮೇಲೆ ಅದರ ನಂತರ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲೂ ಅವುಗಳು ಅದನ್ನು ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದುವೆಂದೂ ಮೊದಲೇ ನೋಡಿದೆವು. ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಶರ್ಕರಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಾಗಿ (ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲು) ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ (ಎಟಿಪಿ) ಮತ್ತು ಅಪಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ (ಎನ್ಎಡಿಪಿಹೆಚ್) ಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಬೆಳಕಿನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಬೇಕು. ಒಂದು ರೀತಿಯ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಪಥವು ಎಲ್ಲಾ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಅಪಕರ್ಷಕ ಪೆಂಟೋಸ್ ಚಕ್ರ. ಇದಕ್ಕೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಬೇರೆ ಪಥಗಳೂ ಇರಬಹುದು. ಮೊದಲು ಈ ಸಾಮಾನ್ಯಪಥವನ್ನು ನೋಡೋಣ.

ಅಪಕರ್ಷಕ ಪೆಂಟೋಸ್ ಚಕ್ರ: ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಪಥವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದವರೆಂದರೆ ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್ (Calvin) ಬ್ಯಾಸಂ (Bassam), ಬೆನ್‌ಸನ್ (Benson). ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್‌ರವರು ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕ್ಲೋರೆಲ್ಲ ಆಲ್ಗವನ್ನು ಲಾಲಿಪಾಪ್ ಆಕಾರದ ಒಂದು ಸರಳವಾದ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಪೋಷಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಕಲಕಿದರು. ಸೋಡಿಯಂ ಬೈಕಾರ್ಬೋನೇಟ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ $^{14}CO_2$ ವನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಲಾಯಿತು. ಮತ್ತು ಈ ಲಾಲಿಪಾಪಿನ ಒಳಗೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಿಡಲಾಯಿತು.

ಅದರ ತಳದಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಪದಾರ್ಥದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಮಾದರಿ (aliquot) ಗಳನ್ನು ಆಗಾಗ್ಗೆ ತೆಗೆದು ಕಾಗದ



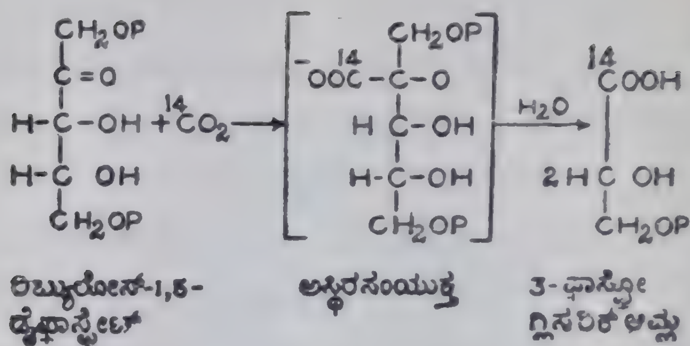
ಚಿತ್ರ •

ಕಾಲ್ವಿನ್ನಿನ ಆಲ್ಗ ಪ್ರಯೋಗ

ಕ್ರೋಮಾಟೋಗ್ರಫಿ ಹಾಗೂ ರೇಡಿಯೊ ಆಟೊಗ್ರಫಿಗಳಿಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಕೇವಲ 10 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ ತೆಗೆದ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಅಧಿಕಾಂಶ ಸಕ್ಕರೆ ಫಾಸ್ಫೇಟುಗಳಿರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ರೈಬೋಸ್–5–ಫಾಸ್ಫೇಟು, ರಿಬ್ಯು ಲೋಸ್–1, 5–ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟು, ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್–6–ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಗ್ಲೂಕೋಸ್–6–ಫಾಸ್ಫೇಟು ಇವುಗಳಿಗೆ ^{14}C ಗುರುತಿತ್ತು. ಐದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೂ ಮೊದಲು ತೆಗೆದ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ 3-ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಿಕ್

ಆಮ್ಲ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿತ್ತು. ಇದರ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಇಂಗಾಲವೆಲ್ಲಾ "ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲ್" ಭಾಗದಲ್ಲಿತ್ತು. 1950ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಹಲವು ಸಕ್ಕರೆಯ ಫಾಸ್ಫೇಟುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪರಸ್ಪರ ರೂಪಾಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವಾದರೂ ಅರ್ಥವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ 3-ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಇಂಗಾಲ ಸ್ಥಿರೀಕರಣವನ್ನಾಗಲೀ ಹೀಗೆ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ.

ಆಲ್ಗದಲ್ಲಿನ ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್-1, 5-ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಹಾಜರಿದ್ದು ಬೆಳಕು ಬಿಡುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿತ್ತೆಂದೂ ಆದರೆ 3-ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತಲೇ ಇತ್ತೆಂದೂ ಅವರು ಗಮನಿಸಿದರು. ಆದರೆ ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟು ಬೇಕಿಲ್ಲದಾಗಲೂ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿ ಖರ್ಚಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಆದರೆ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರೆ ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಬೇಗ ಬೇಗ ವೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಅಷ್ಟೇ ಬೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರೇಟಿನ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕಾಗಿ ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟು ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಟ್ ಆಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಯಿತು. ಮುಂದೆ ಈ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಷನ್ನನ್ನು ನಡೆಸುವ ಎಂಜೈಮನ್ನು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾಕಾರಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ವಿವರವಾಗಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದರು.



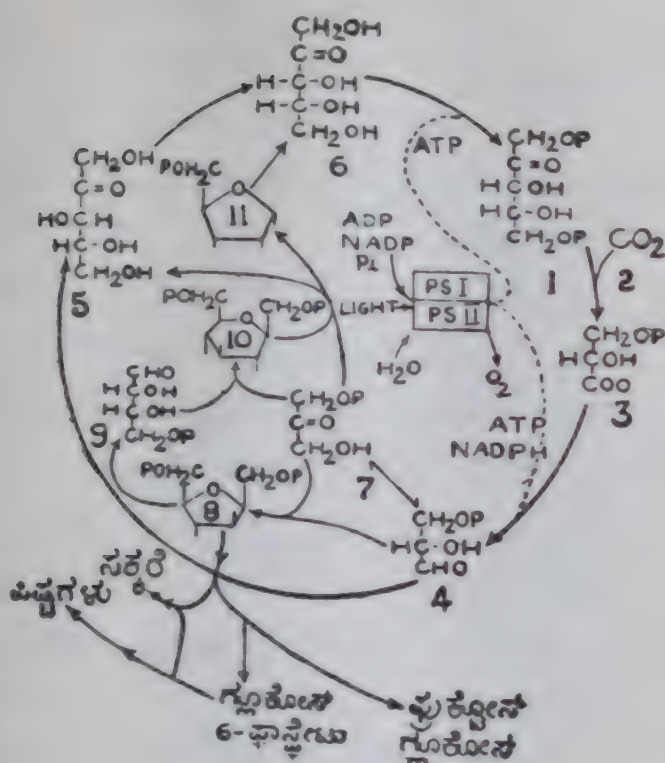
ಚಿತ್ರ ೧೦

ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ

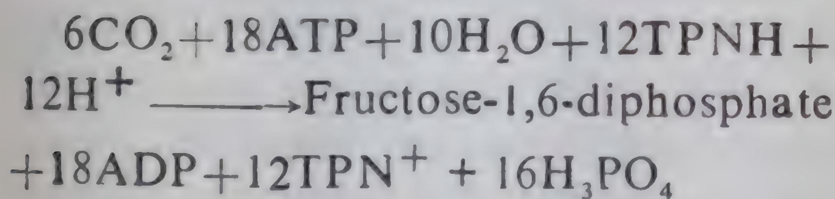
ಇದುವರೆಗೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಅಂಶಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಿವಿಧ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ 3–ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರಾಲ್ಡಿಹೈಡ್ ಡಿಹೈಡ್ರೊಜಿನೇಸ್ ಎಂಬ ಎಂಜೈಮು ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಕಾರ್ಯನಿರತವಾಗಲು ಎನ್‌ಎಡಿಪಿಎಚ್ ಬೇಕೇ ಬೇಕು. ಅದೇ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ, ಯೀಸ್ಟ್ ಮತ್ತು ಇತರ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕಗಳಲ್ಲದ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇದರಂತಹುದೇ ಆದ ಎಂಜೈಮಿಗೆ ಎನ್‌ಎಡಿಎಚ್ ಆದರೆ ಸಾಕು.

ಆರು ಇಂತಹ ಅಪಕರ್ಷಣ ಚಕ್ರಗಳ ನಂತರ ಒಂದು ಹೆಕ್ಸೋಸ್ ಅಣು (ಉದಾ. ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಅಥವಾ ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್) ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಹೀಗೆ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೧೧.
ಅಪಕರ್ಷಕ ಪೆಂಟೋಸ್ ಚಕ್ರ



$$6CO_2 + 18ATP + 10H_2O + 12TPNH + 12H^+ \longrightarrow \text{Fructose-1,6-diphosphate} + 18ADP + 12TPN^+ + 16H_3PO_4$$

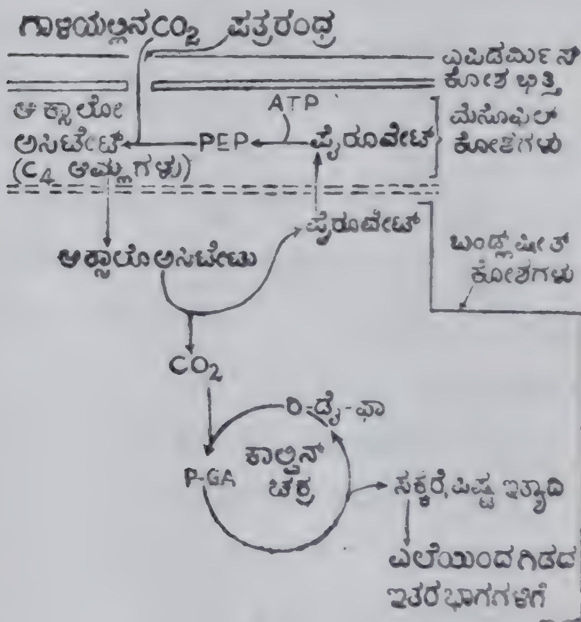
ಇದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ PS I ಮತ್ತು PS II ನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಹಿಡಿದಿಡುವ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಉತ್ಪಾದಿತವಾಗುವ ಎಟಿಪಿ ಮತ್ತು ಟಿಪಿಎನ್‌ಎಚ್ (ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅಪಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ)ಗಳು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಿಂದ ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ

ಅವಶ್ಯವೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಪಕರ್ಷಣ ಚಕ್ರವನ್ನು ಕುರಿತು ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು ಮುಂದಿಟ್ಟ ತರ್ಕಬದ್ಧ ಊಹೆಗೆ ಬೆಂಬಲ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಈ ಚಕ್ರವು ಎಲ್ಲ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲೂ ಕಂಡುಬರುವ ಸಂಗತಿಯೆಂದು ಈಗ ಅಂಗೀಕೃತವಾಗಿದೆ.

C_4 ಆಮ್ಲಗಳ ಪಥ:—ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಪಥವಾದರೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೂ ಪಥಾಂತರಗಳುಂಟು. ಮರುಭೂಮಿಯ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಉಷ್ಣವಲಯದ ಹುಲ್ಲುಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ದ್ವಿದಳ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಸಹ ಇಂಗಾಲವು ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟನ್ನು ಸೇರುವ ಬದಲು ಫಾಸ್ಫೊಈನಾಲ್ ಪೈರು-ವೇಟನ್ನು ಸೇರಿ ಆಕ್ಸಲೋಅಸಿಟೇಟನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಕಬ್ಬಿನ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯೆಂದು ಹಾಚ್ (Hatch), ಸ್ಲ್ಯಾಕ್ (Slack) ಮತ್ತು ಕೋರ್ಟ್‌ಷಾಕ್ (Kortschak) ರವರು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆದಾಗಲೂ 3-ಫಾಸ್ಫೊ ಗ್ಲಿಸರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಬದಲು ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಆಗಿದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಫಾಸ್ಫೊ ಈನಾಲ್ ಪೈರುವೇಟ್ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಸ್ (PEP ಕಾರ್ಬಾ-ಕ್ಸಿಲೇಸ್) ಎಂಬ ಎಂಜೈಮನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಅದು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್ ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಸ್ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಜಡವಾಗಿರು

ತ್ತದೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಇದರಿಂದ ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಜನವುಂಟು. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಿ ಹೋಗುವುದು ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಒಳ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದು ಎರಡೂ ಪತ್ರ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕವೇ. ಸುತ್ತಲಿನ ತಾಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ತೇವ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಗಿಡದಲ್ಲಿನ ನೀರನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಈ ರಂಧ್ರಗಳು ಸಂಕುಚಿಸುತ್ತವೆ. ಆವರೆ ಗಿಡದ ಒಳ ಹೋಗುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾ-ಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಇದು ಗಿಡಕ್ಕೆ ಅನಾನುಕೂಲವೇ ಸರಿ. ಬಿಸಿಲು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗಿದ್ದು ತಾಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಕ್ರಿಯಾ ಸರಣಿಯೇ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮೊದಲು ಆಕ್ಸಾಲೋ ಅಸಿಟೇಟ್ ಆಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕೃತವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಳಿಕ ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್ನನ ಪೆಂಟೋಸ್ ಅಪಕರ್ಷಣ ಚಕ್ರ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ನಡೆಯುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾ-ಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ಪಿ ಇ ಪಿ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಸ್ ಮತ್ತು ಫಾಸ್ಫೊ ಈನಾಲ್‌ಪೈರುವೇಟ್‌ಗಳು ಹಾಜರಿದ್ದಾಗ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಎಲೆಯೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು ಪಿ ಇ ಪಿ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಸು ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಡಿಹೈಡ್ರೊಜಿನೇಸ್‌ಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿರುವ ಮೀಸೋಫಿಲ್ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಾಲೋ ಅಸಿಟೇಟಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಆಕ್ಸಾಲೋ ಅಸಿಟೇಟು ಮತ್ತು ಇದರ ಅಪಕರ್ಷಣದಿಂದ ಬರುವ ಮ್ಯಾಲೇಟು ಮೀಸೋಫಿಲ್ ಕೋಶಗಳಿಂದ ಕ್ಲೋರೋ

ಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಬಂಡಲ್‌ಷೀತ್ ಕೋಶಗಳಿಗೆ ರವಾನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. C_4 ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಂಡಲ್‌ಷೀತ್ (ನಾಳಾವರಣ) ದ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋ ಪ್ಲಾಸ್ಟುಗಳಿರುವುವೆಂದು ಈ ಮೊದಲೇ ನೋಡಿದೆವು. ಈ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಲೇಟಿನಿಂದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿ (ಪೈರುವೇಟು



ಚಿತ್ರ ೧೨

C_4– ಎಲೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಮತ್ತೊಂದು ಉತ್ಪನ್ನ) ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್-1,5-ಡೈ-ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಆಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕೃತವಾಗಿ ಬಳಿಕ ಶರ್ಕರಗಳಾಗಿ ಪೆಂಟೋಸ್ ಚಕ್ರದ ಮೂಲಕ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಕ್ಸಲೋ ಅಸಿಟೇಟಿನ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಆಸ್ಪಾರ್ಟೇಟ್ ಮುಂತಾದ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುವುದೂ ಉಂಟು. ಅಲ್ಪಕಾಲಿಕ

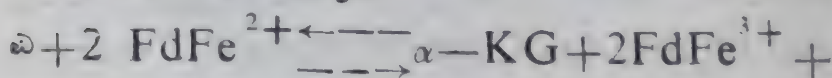
ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದಾಗ C_4 ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲೂ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ಗುರುತು ಹಚ್ಚಿದ ಇಂಗಾಲ ಕಾಣಬರಬಹುದು. ಇಂತಹ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕಬ್ಬು, ಮೆಕ್ಕೆ ಜೋಳ, ಜೋಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲದೆ ವ್ಯವಸಾಯಕ್ಕೆ ಒಳಪಡದ ಹುಲ್ಲುಗಳಲ್ಲೂ ನಡೆಯುತ್ತವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. 10 ಕುಟುಂಬಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ ಸುಮಾರು 100 ಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯಗಳು C_4—C_3 ಜಂಟಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೂಲಕ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕ್ರಾಸುಲೇಸಿಯ ಗಿಡಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ: ಒಣಹವೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಈ ವಿಧದ ಗಿಡಗಳಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಉಳಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಪತ್ರರಂಧ್ರಗಳು ರಾತ್ರಿ ಮಾತ್ರ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೆರೆದಿರುತ್ತವೆ. ರಾತ್ರಿಯ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಎಲೆಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಿಷ್ಟ ಕೂಡ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಪೈರುವೇಟನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವು ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರೂ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಬಿಡುಗಡೆ ಆಗುತ್ತಿರುವುದಿಲ್ಲ. ರಾತ್ರೆ ತಯಾರಾದ ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಬಹುಭಾಗ ಬೆಳಗಿನ ಹೊತ್ತು ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕ ಸಸ್ಯದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಸಸ್ಯ ತುಂಬ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಒಳ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳು

ತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ C_4 ಚಕ್ರ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲೂ C_3 ಚಕ್ರ ಬೆಳಗಿನಲ್ಲೂ ಇಂತಹ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಂತೆ ಕಾಣು ತ್ತದೆ. ಅನಾನಾಸ್, ಬ್ರೈಯೋಫೈಲಮ್ ಗಿಡಗಳು ಈ ಬಗೆಯವು

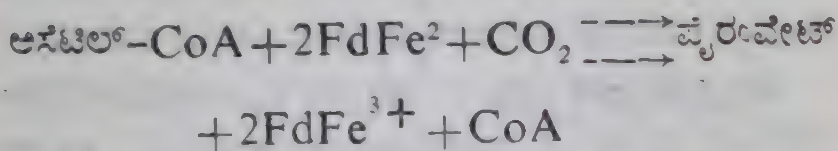
ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ: ಕ್ಲೋರೋಬಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಕ್ರೋಮಾಟಿಯಂ ನಂತಹ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್ ಚಕ್ರದೊಡನೆ ಅದರಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಿನ್ನವಾದ ಇಂಗಾಲ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಬಹುಶಃ α—ಕೀಟೋಗ್ಲುಟರೇಟ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕ್ರೆಬ್ಸ್ ಚಕ್ರದ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ತಿರುಗುಮುರು ಗಾಗಿ ನಡೆದು ಸಕ್ಸಿನೇಟಿನಿಂದ α—ಕೀಟೋಗ್ಲುಟರೇಟ್ ಬರುತ್ತದೆ. ರೂಢಿಯಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರೆಬ್ಸ್ ಚಕ್ರದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ α—ಕೀಟೋಗ್ಲುಟರೇಟು ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಸಕ್ಸಿನಿಲ್ ಕೋಎಂಜೈಮ್ ಎ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಅಲ್ಲಿ ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿ ನಡೆಯುವಂಥದ್ದಲ್ಲ ಮತ್ತು ಆಗ ಎನ್ಎಡಿಎಚ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ α–ಕೀಟೋಗ್ಲುಟರೇಟ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಅಪಕರ್ಷಣದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಅಪಕರ್ಷಿತ ಫೆರ್ರೆಡಾಕ್ಸಿನ್ ($FdFe^{2+}$) ಅಪಕರ್ಷಕದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಕ್ಸಿನಿಲ್ ಕೋ ಎಂಜೈಮ್



$$\text{ಎ} + 2\,FdFe^{2+} \rightleftharpoons \alpha\text{—}KG + 2FdFe^{3+} + COASH$$

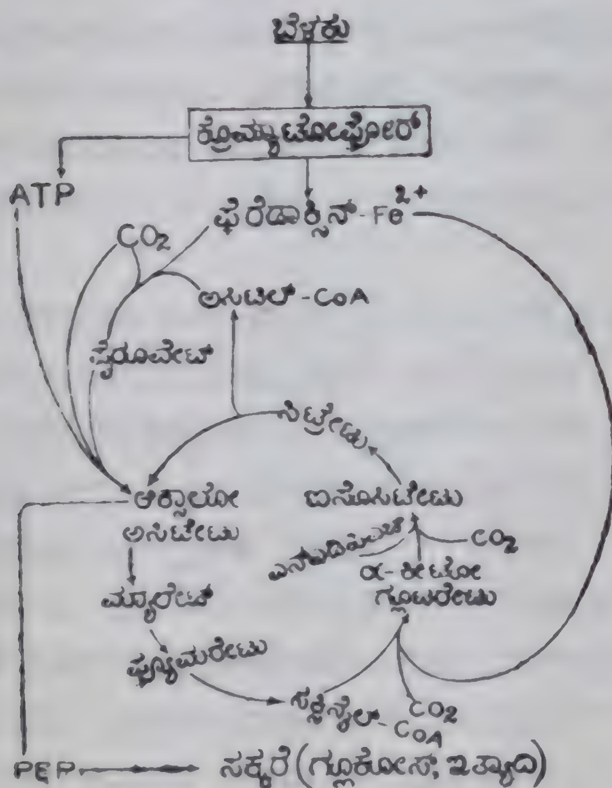
ಈ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಪೈರುವೇಟ್ ಸಿಂಥೇಸ್ ಕೂಡ ಇರುತ್ತದೆ.



ಅಸಿಟಿಲ್-CoA $+ 2FdFe^{2} + CO_2 \rightleftharpoons$ ಪೈರುವೇಟ್

$$+ 2FdFe^{3+} + CoA$$

ಹೀಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಅಪಕರ್ಷಕ ಟ್ರೈಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲಿಕ್ ಚಕ್ರವೆಂದು ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೧೩

ಅಪಕರ್ಷಕ ಟ್ರೈಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲಿಕ್ ಚಕ್ರ

ಇನ್ನು ಕೆಲವು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯಂತೆಯೇ ಕ್ಯಾಲ್ವಿನ್ ಪಥದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

ದ್ಯುತಿಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ: ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದೊಡನೆಯೇ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಕತ್ತಲಾದಾಗ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುವುದರಿಂದ ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯದ ಎಲ್ಲ ಭಾಗಗಳಲ್ಲೂ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಾನುಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಹನಾಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುವ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಖರ್ಚಾಗಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು, ನೀರು, ಎಟಿಪಿಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರ ವೇಗ ದೈನಿಕವಾಗಿ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಅಷ್ಟೇನೂ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧದ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯೂ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ನೀರು ಮತ್ತು ಎಟಿಪಿ ಬದಲು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಾಕ್ಸೈಡ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ವೇಗ ತಾಪಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ತುಂಬಾ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ (25° ರಿಂದ 40° ವರೆಗೆ). ಇದರಲ್ಲಿ ಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲವೆಂಬ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಹೊಂದುತ್ತದೆಯೆಂದು ಎಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಉತ್ಕರ್ಷಣವು ಎಲೆಯ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪೆರಾಕ್ಸಿಸೋಮ್‌ಗಳೆಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಕೋಶೋಪಾಂಗಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬಳಿಕ ಇದು ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಗ್ಲೈಯಾಕ್ಸಲೇಟ್ ಆಗಿ ಅದರಿಂದ

3-ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರೇಟ್ ಬರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಎರಡು ಗ್ಲೈಯಾಕ್ಸಿಲೇಟ್ ಅಣುಗಳಿಂದ ಒಂದು 3-ಫಾಸ್ಫೊಗ್ಲಿಸರೇಟ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಬರುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಸ್ಥಿರೀಕೃತವಾದ ಇಂಗಾಲದ ಡೈಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿ 25% ರಷ್ಟು ನಷ್ಟವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ; ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯ ದಕ್ಷತೆ ಅಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ಲೈಕೋಲೇಟ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು ರಿಬ್ಯುಲೋಸ್-1, 5-ಡೈಫಾಸ್ಫೇಟಿನಿಂದ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವಲ್ಲಿ ಇದರ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದ ವೇಗವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಕ್ಕಿ, ಗೋಧಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಅನೇಕ ಏಕದಳ ಸಸ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ದ್ವಿದಳ ಸಸ್ಯಗಳು ಸಕ್ಕರೆಯ ಬೀಟ್‌ರೂಟ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಅನೇಕ ಕೃಷಿ ಮಾಡುವ ಬೆಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಬಹುವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದು ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಒಳ ಹೀರಿದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿ 50% ಭಾಗ ಹೀಗೆ ನಷ್ಟವಾಗುವುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳ, ಜೋಳ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬು (ಅಂದರೆ C_4-ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ) ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿ ದ್ಯುತಿಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ನಷ್ಟವಾಗುವಂತೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ದ್ಯುತಿಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಗುವ ನಷ್ಟವನ್ನು ಇವುಗಳು ಬಹುಶಃ C_4 ಚಕ್ರದ ಮೂಲಕ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಬಂದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಪುನಃ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸಿ ಅಪಕರ್ಷಕ ಪೆಂಟೋಸ್ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೊದಗಿಸಿ ಕೊಡುವುದರ ಮೂಲಕ ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರಬಹುದು.

8. ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು

ಈ ಎಲ್ಲ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನಗಳೇನಾದರೂ ಇವೆಯೋ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಏಳುವುದು ಸಹಜ. ಇವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಏನೇನನ್ನು ಮಾಡಲು ಯತ್ನಿಸಬಹುದು ಎಂದು ನೋಡೋಣ.

ಹೊಲಗದ್ದೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಅನೇಕ ಬೆಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರೀಕೃತವಾದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿ 25% ರಿಂದ 50% ಭಾಗ ದ್ಯುತಿಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ನಷ್ಟವಾಗಬಹುದೆಂದು ನೋಡಿದೆವು. ಇಂತಹ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಹೊಸ ತಳಿಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸಲು ಭರದಿಂದ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಇದು ಫಲಪ್ರದವಾದರೆ ಆಹಾರೋತ್ಪಾದನೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇವೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ (ಅಂದರೆ ಉಷ್ಣವಲಯಗಳಲ್ಲಿ) ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಲ್ಗಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಕೆಲವು ಆಲ್ಗಗಳಿಗೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದೊಡನೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕವನ್ನೂ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ವ್ಯವಸಾಯೋತ್ಪಾದನೆ ಅದರ ಸಮನಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿಲ್ಲ. ಆಲ್ಗಗಳು ಕಡಿಮೆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕೃತ ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲುವು. ಮನುಷ್ಯರಿಗಾಗಿ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಇದರಿಂದ ದನಕರು, ಕೋಳಿಕುರಿಗಳಿಗಾದರೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ತಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ನೋಡಿದರೆ ಇದನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಯಾವ ಅಭ್ಯಂತರವೂ ಇಲ್ಲ.

ಒಟ್ಟು ಪ್ರಪಂಚದ ಬೆಳೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಅಷ್ಟೆ.

ಇನ್ನು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ನಡೆಯುವ ಸ್ಥಳದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದೆಂಬ ಯೋಜನೆಗಳೂ ಮುಂದೆ ಬಂದಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಶೀತವಲಯಗಳಲ್ಲೂ ಸಹರಾ ಮರುಭೂಮಿಯಲ್ಲೂ ಅಂತಹ ಇತರ ಕೆಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲೂ ಸಸ್ಯ ವರ್ಗವೇ ಇಲ್ಲ. ಶೀತವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮಂಜು ಹಿಮಗಳ ಕಾರಣ ಸಸ್ಯಗಳು ಬೆಳೆಯಲು ಅಡ್ಡಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಮರುಭೂಮಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿಲ್ಲ. ಮರು ಭೂಮಿಗಳಿಗೆ ಹೇಗಾದರೂ ಮಾಡಿ ನೀರೊದಗಿಸಿದರೆ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಶೀತವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಲು ತಕ್ಕಷ್ಟಿದ್ದರೂ ಅಲ್ಲಿನ ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಹಿಮ ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ; ಅವುಗಳಿಗೆ ಹೇಗಾದರೂ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣ ಬಳಿದರೆ ಅವು ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖ ಹೀರಿ ಕರಗಿ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಬೆಳೆಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದೆಂದು ವಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳೊಡನೆ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಎಷ್ಟು ಬೇಕೋ ಅಷ್ಟು ಕಾರ್ಬನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು ಎಂದು ಕೆಲವರು ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

ಸಸ್ಯಗಳ ಪಾತ್ರವಿಲ್ಲದೆಯೇ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನೇರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ದಿನವನ್ನು ಕೆಲವರು ಎದುರು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

1. PHOTOSYNTHESIS
—E. Rabinvitch and Govindjee. (John Wiley & Sons, 1969)

2. PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY
—A. White, P. Handler, and E L. Smith. (McGraw-hill, 1972)

3. OUTLINES OF BIOCHEMISTRY
—E. E. Cohn and P. K. Stumpf (Wiley International Edition 1972)

4. PHOTOSYNTHESIS
—R. M. Devlin and A. V. Barker (Affiliated East-West Press 1973)

5. ANNUAL REVIEWS (OF BIOCHEMISTRY, PLANT PHYSIOLOGY, MICROBIOLOGY) 1969 to date
And other Research Publications.